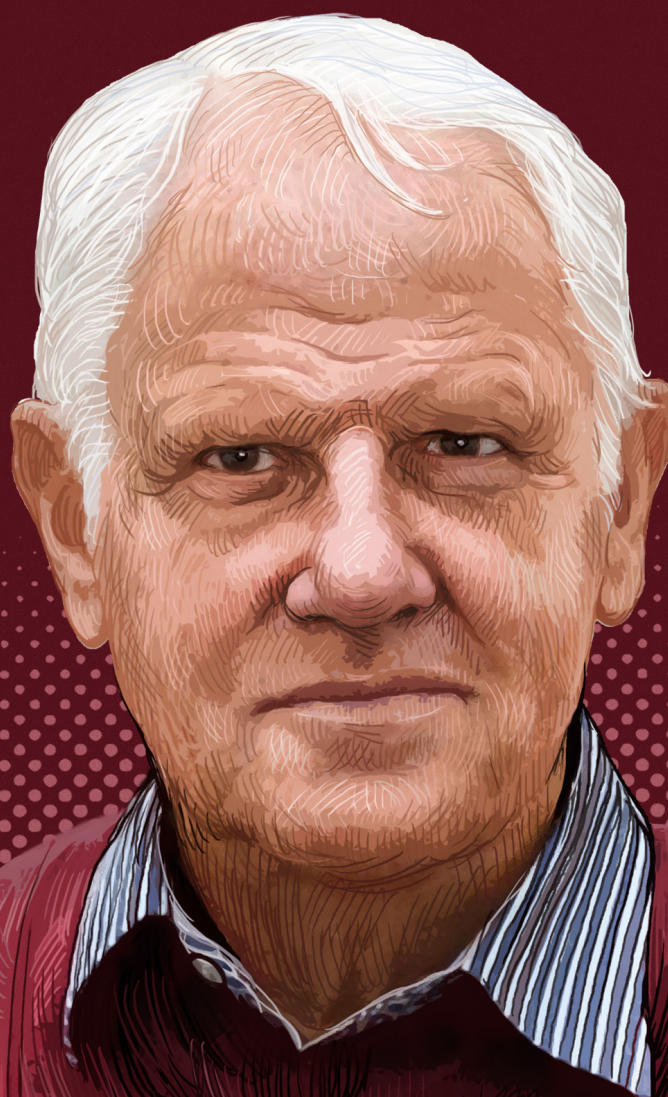


Дайджест

новостей Российского научного фонда

Нейрофизиолог Александр Каплан о новых возможностях нейроинтерфейсов

читайте
30
стр.



В номере

4

Разгадка кодирования информации в мозге

12

Восстановление голоса за одну операцию

20

3D-печать медицинских протезов

40

Ученый Алексей Федоров о квантовых технологиях

ОТ КРЫ ТИЯ

4
Создана модель кодировки информации в мозге

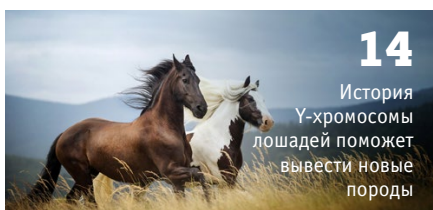
6
Физики определили параметры волноводов для компьютеров будущего



10
Золотые «фонарики» подсветят бактерии на медицинских устройствах

8
Биоразлагаемая упаковка продлит срок годности продуктов

12
Уникальная технология восстановит голос за одну операцию



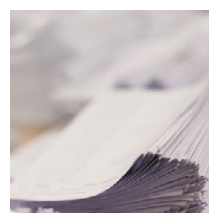
14
История Y-хромосомы лошадей поможет вывести новые породы

16
Математическая модель позволит разрабатывать более точные карты сейсмоопасности



18
Палеогенетики построили генеалогическое древо южных уральцев

СО БЫ ТИЯ



20
3D-печать поможет создавать индивидуальные и долговечные протезы

24
Вручение государственных премий и прием заявок соискателей

25
Школа РНФ на Всероссийском съезде молодых ученых



26
«Лабинфо»: первый в России видеогид по использованию лабораторного оборудования



27
Встречи с научной общественностью

ИН ТЕР ВЬЮ

30
Нейрофизиолог Александр Каплан о новых возможностях нейроинтерфейсов

СПЕЦ ПРО ЕКТ

Информационные технологии в научных исследованиях

40
Алексей Федоров о роли квантовых технологий в современной науке



**ОТ
КРЫ
ТИЯ**



Источник: Russia Today

Президентская программа

МОДЕЛЬ РЕГУЛЯЦИИ НЕЙРОННОЙ АКТИВНОСТИ ВОСПРОИЗВОДИТ, КАК ИНФОРМАЦИЯ КОДИРУЕТСЯ В МОЗГЕ


НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА

Разработка и исследование математических моделей спайковых нейронных сетей с нестационарными связями




Руководитель проекта

Сергей Викторович Стасенко
кандидат физико-математических наук

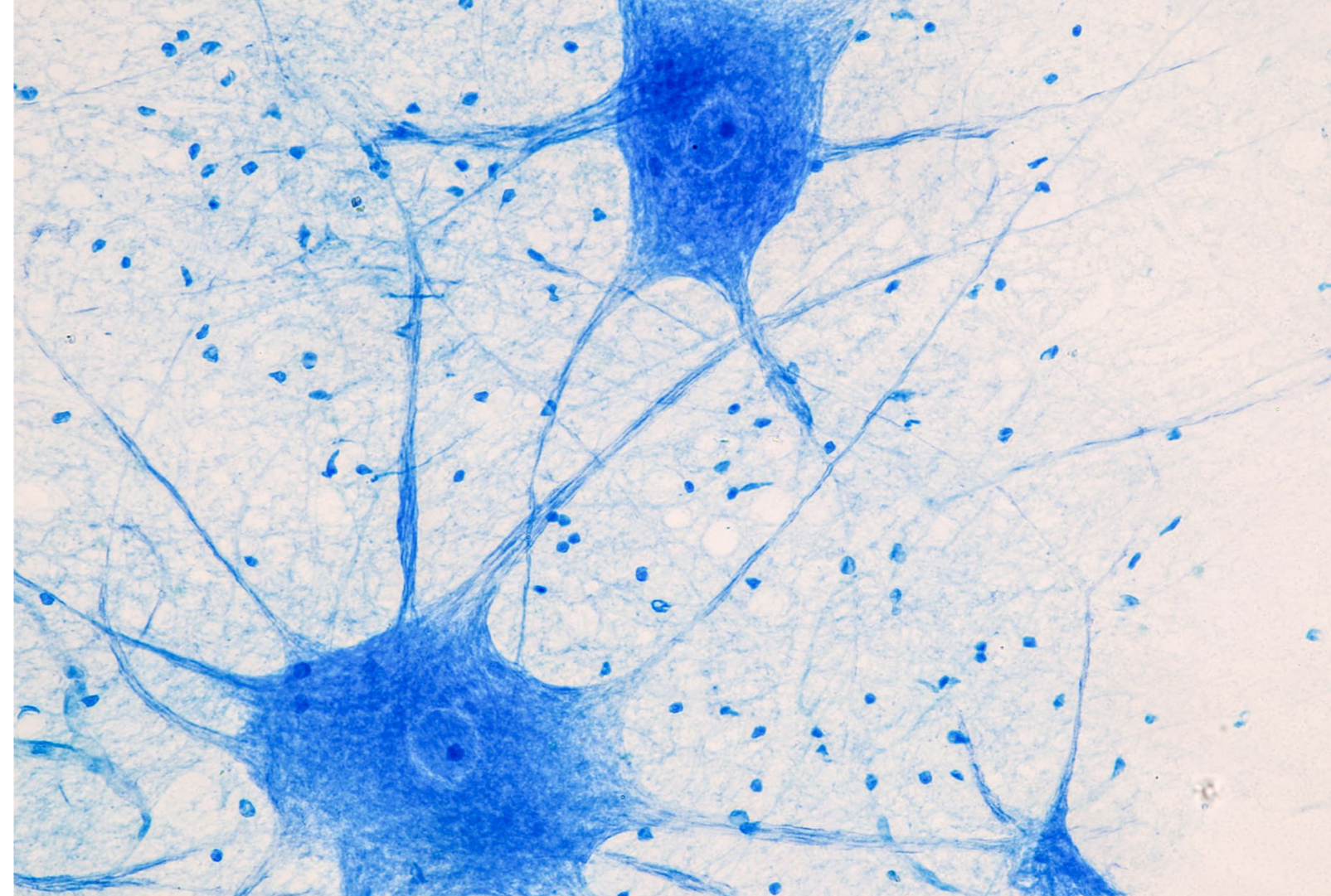
 Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского

 Нижний Новгород

 июль 2022 — июнь 2024



Разработка модели в лаборатории перспективных методов анализа многомерных данных ННГУ. Источник: Сергей Стасенко



Изображение нейронов мозга под микроскопом

Ученые из Нижегородского университета создали нейросеть, имитирующую работу не только нейронов, но и вспомогательных клеток мозга — астроцитов. Их основная функция — защищать нейроны от перевозбуждения и очищать передаваемые внутри нервной системы сигналы от искажений. Программа смоделировала процесс передачи и воспроизведения визуальных сигналов в головном мозге.

Исследователи изучили роль астроцитов в регуляции работы нейронов в ответ на внешний стимул. Для этого через нейросеть быстро прогоняли однотонные черные изображения цифр от 0 до 9, закодированные в виде матрицы. Затем сравнили разработанную нейронную сеть с моделью без имитации работы астроцитов.

УЧЕНЫЕ ВЫЯСНИЛИ, ЧТО ИМЕННО АСТРОЦИТЫ СИНХРОНИЗИРУЮТ ПЕРЕДАЧУ НЕРВНЫХ СИГНАЛОВ: ОНИ ПОЗВОЛЯЮТ МОДЕЛИ ПРАВИЛЬНО ЗАКОДИРОВАТЬ ПОЛУЧЕННУЮ ВИЗУАЛЬНУЮ ИНФОРМАЦИЮ И ВОСПРОИЗВЕСТИ ЕЕ

Результаты исследования, опубликованные в журнале *Entropy*, помогут лучше понять, как информация кодируется в мозге, а также позволят усовершенствовать системы искусственного интеллекта.

Источник: Известия

Президентская программа

ФИЗИКИ ОПРЕДЕЛИЛИ ПАРАМЕТРЫ ВОЛНОВОДОВ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРОВ БУДУЩЕГО

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА

Оптические интегральные схемы на основе нитевидных нанокристаллов фосфидных соединений



Руководитель проекта

**Алексей Дмитриевич
Большаков**

кандидат физико-математических наук



Национальный исследовательский академический университет имени Ж. И. Алфёрова РАН



Санкт-Петербург



июль 2020 — июнь 2023

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА

Элементная база посткремниевой фотоники



Руководитель проекта

**Валентин Сергеевич
Волков**

кандидат наук (признаваемый в РФ PhD)



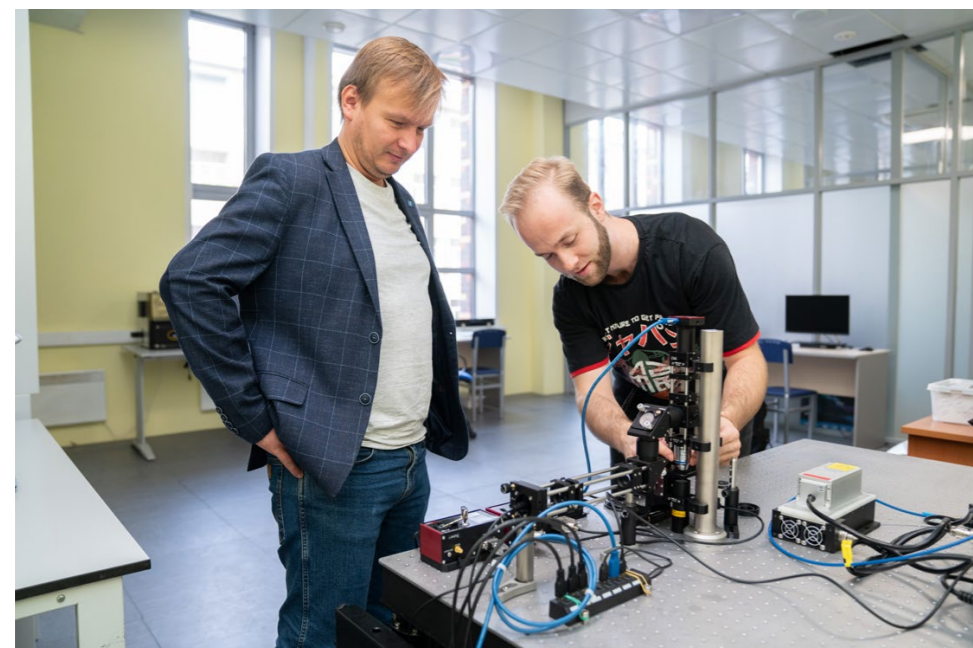
Московский физико-технический институт



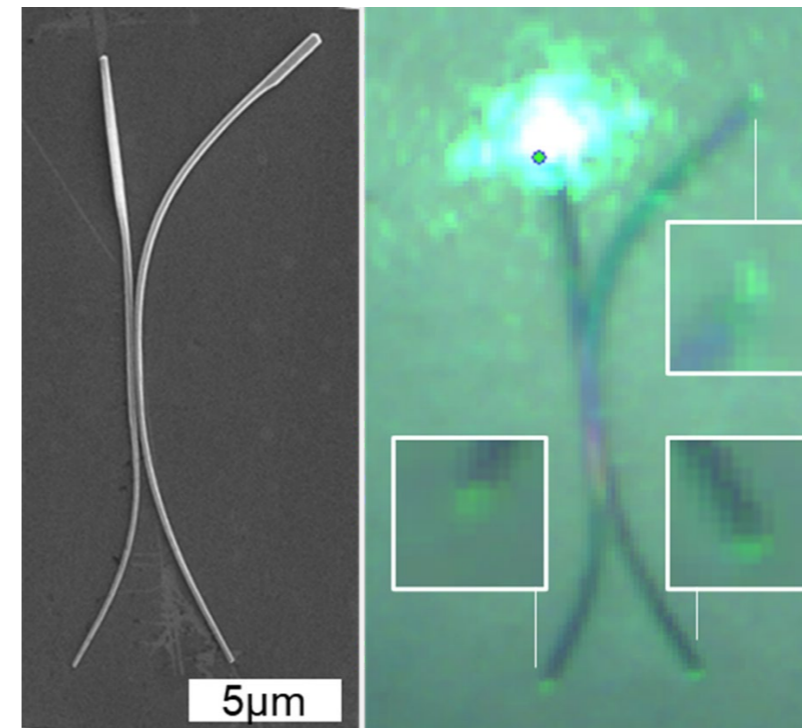
Москва



2022–2024



Руководитель лаборатории функциональных наноматериалов МФТИ Алексей Большаков и аспирант, соавтор работы Алексей Кузнецов. Источник: пресс-служба МФТИ



Оптический разветвитель на основе нанопроводов. Источник: Алексей Большаков

Быстродействие привычных для нас электронных устройств ограничено скоростью движения электронов. Фотоны же движутся значительно быстрее, со скоростью света. Но главное их преимущество по сравнению с электроникой — малые потери энергии при распространении. Поэтому над воплощением идеи фотонного компьютера работают лучшие специалисты мира. Для компьютера, который будет работать на фотонах, необходимо создать оптические элементы малого размера, составляющие его микросхемы. Для этого нужен материал с высоким коэффициентом преломления и низкими оптическими потерями при передаче света. Эластичность и отличные оптические характеристики — низкие потери, пропускание видимого и инфракрасного света — делают фосфид галлия перспективным материалом для создания оптических микросхем.

Ученые предлагают изготавливать волноводы, или каналы для светового сигнала, из нанокристаллов фосфида галлия. Для этого материала российские исследователи определили минимальный допустимый диаметр, при котором волноводы будут передавать свет, и создали из двух кристаллов разветвитель, разделяющий или объединяющий потоки света.

ЭКСПЕРТЫ ФАКТИЧЕСКИ ПРОДЕМОНСТРИРОВАЛИ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ОДНОГО ИЗ КЛЮЧЕВЫХ УЗЛОВ ФОТОННЫХ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ. РАЗРАБОТКА ОБЛАДАЕТ ВЫСОКИМ ПРАКТИЧЕСКИМ ПОТЕНЦИАЛОМ ДЛЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Российские специалисты рассчитывают собрать первые действующие образцы микросхем на фотонах в ближайшие несколько лет. С результатами можно ознакомиться на страницах журнала *Small*.



Источник: Известия

Президентская программа

БИОРАЗЛАГАЕМАЯ УПАКОВКА ПРОДЛИТ СРОК ГОДНОСТИ ПРОДУКТОВ

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА

Биосовместимые металл-органические координационные полимеры для функциональной упаковки пищевых продуктов



Руководитель проекта

Теймур Мовланович Алиев
кандидат химических наук



Институт элементоорганических соединений
имени А. Н. Несмеянова РАН



Москва



июль 2020 — июнь 2023



Источник: Центр
исследования строения
молекул ИХЭОС РАН



Существуют различные способы сохранения продуктов свежими, но они не всегда экологичны: обычно упаковки многослойны и не подлежат переработке. Современные материалы для упаковки должны не только иметь хорошие барьерные свойства, предохранять продукты от порчи, но и быть биоразлагаемыми. Команда ученых разработала композитную пленку для упаковки пищи, которая сочетает в себе все эти качества и может продлить срок хранения продуктов. За основу исследователи взяли эфирное масло чайного дерева, известное своими антимикробными и антиоксидантными свойствами. Так как компоненты масла очень летучи, его поместили в специальные наноконтейнеры.

Еще одним компонентом пленки стали металлоорганические каркасы — пористый кристаллический материал, получаемый из солей железа и органической кислоты. По оценкам авторов изобретения, в такой упаковке продукты можно будет хранить вне холодильника до нескольких недель.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПОКАЗАЛИ, ЧТО РАЗРАБОТАННЫЕ ПЛЕНКИ ЗАЩИЩАЮТ ОТ МИКРОБОВ, А ТАКЖЕ БЛОКИРУЮТ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, КОТОРОЕ ПРИВОДИТ К УСКОРЕННОЙ ПОРЧЕ ПРОДУКТОВ

Кроме того, у предложенных материалов выявили хорошие показатели износостойкости, прочности и влагонепроницаемости. Сочетание металлоорганических каркасов с природными полимерами может стать одним из возможных ключей к созданию экологичной и биосовместимой пищевой упаковки нового поколения и снижению нагрузки на окружающую среду. Статья опубликована в журнале *Nanomaterials*.



Источник: Известия

ЗОЛОТЫЕ «ФОНАРИКИ» ПОДСВЕТИЯТ БАКТЕРИИ НА МЕДИЦИНСКИХ УСТРОЙСТВАХ

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА

Разработка сенсорной системы на основе флуоресцентных золотых нанокластеров для детекции бактериальных клеток в биопленках



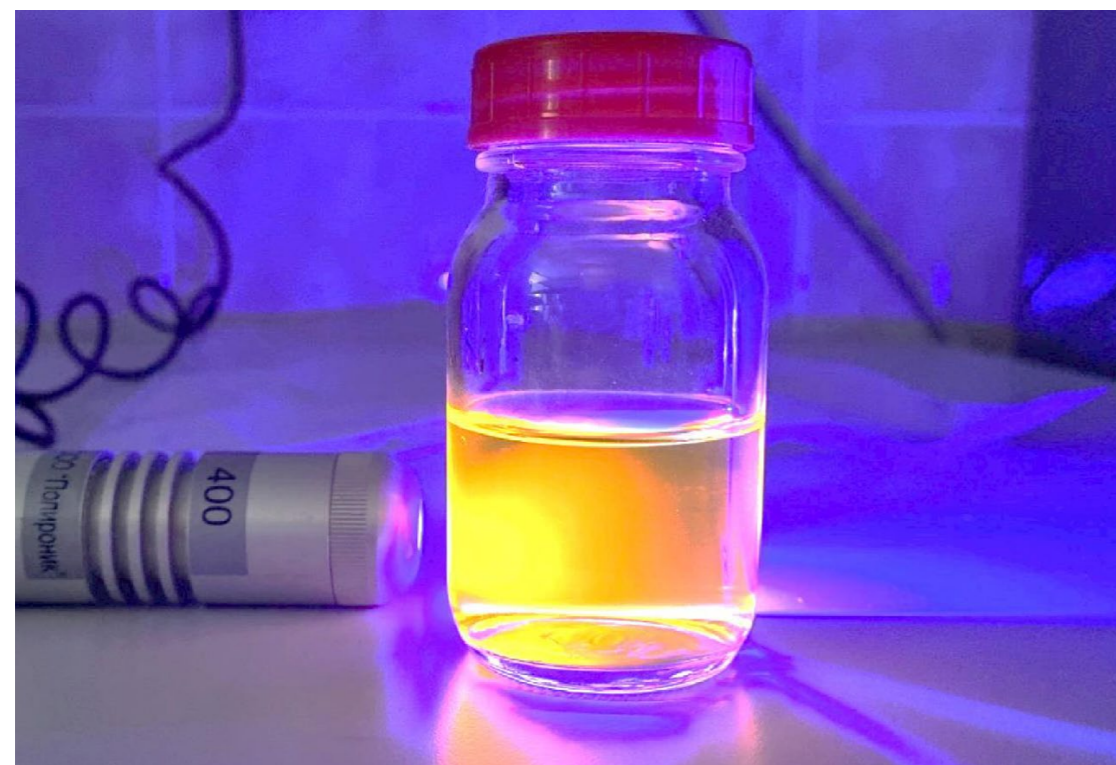
Руководитель проекта

Стелла Сергеевна Евстигнеева
кандидат биологических наук

 Саратовский научный центр РАН

 Саратов

 2023–2024



◀ Внешний вид флуоресцентных золотых нанокластеров.
Источник: Стелла Евстигнеева

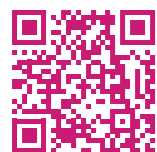


Биопленки — это наиболее устойчивые формы существования бактерий. Они распространены в повседневной жизни и несут как пользу, так и вред. На здоровье человека может негативно сказаться способность микроорганизмов колонизировать медицинское оборудование и переживать обработку антимикробными средствами. Кроме этого, биопленки «разрастаются» и становятся причинами внутрибольничных инфекций.

УЧЕНЫЕ РАЗРАБОТАЛИ «ФОНАРИКИ» НА ОСНОВЕ ЗОЛОТЫХ НАНОКЛАСТЕРОВ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БИОПЛЕНОК НА ПОВЕРХНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Одна из разновидностей золотых нанокластеров представляет собой флуоресцентную краску, которая сохраняет свечение при взаимодействии с биопленкой. Задача «фонариков» — вовремя обнаружить биопленку, а затем предотвратить распространение патогенных бактерий с помощью дезинфекции или замены изделия. Подход позволяет обнаружить биопленки на самых разных поверхностях: покровных стеклах, пробирках, урологических силиконовых катетерах. Его чувствительность в десять раз превысила показатель стандартного метода, который используется в клинической практике.

В перспективе планируется создать нанокластеры, способные визуализировать биопленки и одновременно их обезвреживать. Результаты исследования опубликованы в журнале *Talanta*.



Источник: Российская газета

УНИКАЛЬНАЯ КЛЕТочНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВИТ ГОЛОС ЗА ОДНУ ОПЕРАЦИЮ

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА

Тканеинженерная стратегия восстановления голосового отдела гортани и среднего уха для малоинвазивной функциональной хирургии головы и шеи



Руководитель проекта

Валерий Михайлович Свистушкин

доктор медицинских наук



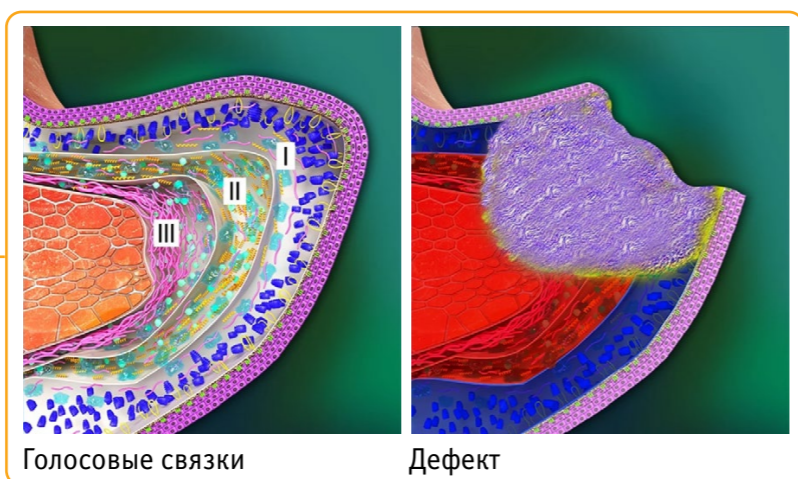
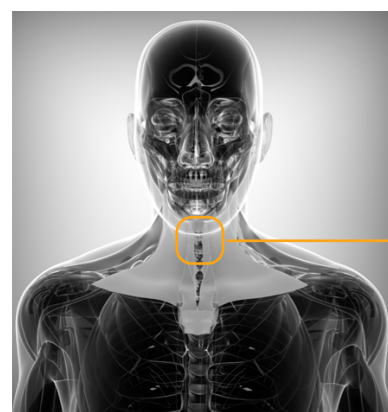
Первый московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова



Москва



2021–2023



Голосовые связки

Дефект

Строение нормальных и поврежденных голосовых складок.
Источник: Svistushkin et al. / Stem Cell Research & Therapy, 2022



Голос необходим каждому для взаимодействия с окружающими и комфортной жизни. Причиной его потери могут стать избыточные голосовые нагрузки, острый ларингит, хирургические вмешательства, хроническое воспаление, ожоги и другие факторы. Если после ларингита голос восстанавливается самостоятельно, то травмы могут привести к необратимым изменениям, когда уникальная архитектура складок замещается грубым неоформленным рубцом.

УЧЕНЫЕ РАЗРАБОТАЛИ ИМПЛАНТ ДЛЯ ГОРТАНИ НА БАЗЕ МЕЗЕНХИМНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ КЛЕТОК, СТИМУЛИРУЮЩИХ ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА. ИМПЛАНТ ПОМОГ СПРАВИТЬСЯ С ДЕФЕКТОМ ГОЛОСОВЫХ СКЛАДОК И ВОССТАНОВИТЬ ИХ ДО ПРИРОДНОГО СОСТОЯНИЯ

По итогам исследования на лабораторных кроликах получен обнадеживающий результат: ткань, сформировавшаяся на месте дефекта, оказалась практически неотличима от естественной голосовой складки. Кроме того, операция по установке импланта достаточно простая и малоинвазивная. Она проводится через гортань и не требует разрезов тканей шеи, ее сможет освоить любой оториноларинголог-хирург.

По мнению авторов разработки, в будущем эта методика позволит возвращать людям голос за одну операцию. С материалами исследования можно ознакомиться на страницах журнала *Stem Cell Research & Therapy*.

Источник: ТАСС

Президентская программа



ИСТОРИЯ Y-ХРОМОСОМЫ ЛОШАДЕЙ ПОМОЖЕТ ВЫВЕСТИ НОВЫЕ ПОРОДЫ

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА

Исследование популяционно-геномной структуры и характера генетической дивергенции пород лошадей (*Equus caballus* L.) для разработки стратегии управления генетическими ресурсами коневодства Российской Федерации



Руководитель проекта

**Александр Михайлович
Зайцев**

кандидат сельскохозяйственных наук



Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства



Рязанская область



2019–2022



У млекопитающих Y-хромосома несет информацию о предках по отцовской линии. По ней можно отследить историю происхождения различных пород современных домашних животных.

РОССИЙСКИЕ УЧЕНЫЕ ИЗ РЯЗАНСКОГО НИИ КОНЕВОДСТВА СОВМЕСТНО С ЗАРУБЕЖНЫМИ КОЛЛЕГАМИ ПРОВЕЛИ МАСШТАБНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ Y-ХРОМОСОМЫ ЛОШАДЕЙ, КОТОРОЕ ПОЗВОЛИЛО ПОСТРОИТЬ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЕ ДРЕВО 135 ПОРОД

Генетический анализ показал, что Y-хромосомы современных пород менее разнообразны, чем у их диких предков. Наименьшее количество генетических вариаций наблюдается у особей, выведенных в Центральной Европе и Америке. Это объясняется тем, что для сохранения чистоты пород селекционеры скрещивали между собой только тех особей, которые имеют нужные признаки.

В монгольских, китайских и азиатских популяциях лошадей генетическое разнообразие оказалось самым высоким. Это может говорить о том, что на данных территориях не проводился такой жесткий искусственный отбор, как в Европе, Америке и на Ближнем Востоке. Кроме того, по генетическим маркерам авторам удалось больше узнать о том, как животные распространялись по миру. Полученные результаты, опубликованные в журнале *Scientific Reports*, также могут использоваться селекционерами для выведения новых пород с нужными качествами.



Источник: Naked Science

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОМОЖЕТ РАЗРАБАТЫВАТЬ БОЛЕЕ ТОЧНЫЕ КАРТЫ СЕЙСМООПАСНОСТИ

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА

Разработка эмпирических соотношений затухания сильных движений грунта с учетом характеристик высокочастотного некогерентного излучения (для корового типа сейсмичности)



Руководитель проекта

Алексей Валерьевич Коновалов

кандидат физико-математических наук



Дальневосточный геологический институт ДВО РАН



Владивосток



2022–2023



◀ Прибор для измерения инерционного ускорения. Источник: Алексей Коновалов



◀ Ученые строят модели затухания, основываясь на базе данных землетрясений прошлых лет. Источник: Алексей Коновалов

При строительстве любого здания важно учитывать сейсмическую активность в регионе и такие свойства грунта как состав, плотность и ускорение. Эти характеристики влияют на то, насколько сильно затухают или усиливаются сейсмические процессы в грунте.

В ходе исследования ученые разработали модель затухания сильных движений грунта, позволяющую строить более точные карты сейсмической опасности. В ее основе лежат два основных показателя — геометрическое расхождение и характеристика сброшенного напряжения. Первый определяет, как сейсмические волны распространяются в пространстве, второй — насколько сильное напряжение скопилось при движении плит, активная или стабильная земная кора в этом месте.

РУКОВОДСТВУЯСЬ ДАННЫМИ МОДЕЛИ, МОЖНО ОПРЕДЕЛИТЬ БЕЗОПАСНОЕ МЕСТО ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ОПТИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО ЭТАЖЕЙ В ЗДАНИЯХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ТОЙ ИЛИ ИНОЙ МЕСТНОСТИ

Также модель поможет построить карту сотрясаемости. Ориентируясь на нее, специалисты МЧС будут понимать, в каком районе землетрясение оказало максимальное воздействие, где колебания были сильнее всего, и своевременно оказать помощь. Так как модель учитывает все виды грунта и все типы сейсмической активности, она применима для создания карт сейсмической опасности любого региона.

Результаты исследования опубликованы в журнале *Geosciences*.

Источник: N+1



ПАЛЕОГЕНЕТИКИ ПОСТРОИЛИ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЕ ДРЕВО ЮЖНЫХ УРАЛЬЦЕВ ИЗ КУРГАНА БРОНЗОВОГО ВЕКА

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА

Образ жизни населения Южного Зауралья в диахронной перспективе: от оседлых форм к подвижности (по материалам бассейна реки Карагайлы-Аят)



Руководитель проекта

Людмила Николаевна
Корякова

доктор исторических наук



Институт истории и археологии
УрО РАН



Екатеринбург



2016–2020



◀ Погребение одного из шести братьев. Источник: Светлана Шарапова / Институт истории и археологии УрО РАН



▲ Курган № 1 Неплюевского могильника. Источник: Светлана Шарапова / Институт истории и археологии УрО РАН

Самый крупный раскопанный курган Неплюевского могильника, относящийся к эпохе поздней бронзы, расположен на территории современной Челябинской области. Он представляет собой распаханную насыпь диаметром около 26–27 метров и высотой примерно 65 сантиметров. Ученые обнаружили здесь 34 погребения, а также предметы быта и религиозных обрядов. Палеогенетики проанализировали ДНК 32 индивидов, похороненных под одним курганом, 18 из которых были мужского пола, а 14 — женского. Они принадлежали к общности, оставившей после себя срубно-алакульский вариант срубной культуры.

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОМАНДА УЧЕНЫХ УСТАНОВИЛА МНОГОЧИСЛЕННЫЕ РОДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ЛЮДЬМИ, ЖИВШИМИ ОКОЛО 3 800 ЛЕТ НАЗАД, И ПОСТРОИЛА ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЕ ДРЕВО ТРЕХ ПОКОЛЕНИЙ

На вершине этого древа шесть братьев. Один из них — взрослый мужчина, проживший более 50 лет. Он оказался единственным, у кого были дети более чем от одной женщины. Обе его жены похоронены вместе с ним. Полученные генетиками данные указывают на то, что местное общество было патрилокальным: жена присоединялась к общине мужа.

Генетический анализ подтверждает археологические данные о том, что в формировании срубно-алакульской культуры принимали участие более древние жители Южного Урала — носители синташтинской культуры, жившие около 2 100–1 800 годов до нашей эры. Это влияние проявилось в гончарном производстве, металлургии, а также погребальном обряде. Статья с результатами исследования вышла в журнале *Proceedings of the National Academy of Sciences*.



Источник: ТАСС

Президентская программа

3D-ПЕЧАТЬ ПОМОЖЕТ СОЗДАВАТЬ ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ И ДОЛГОВЕЧНЫЕ ПРОТЕЗЫ

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА

Механика многокомпонентных 3D-печатных композитов: контроль свойств и поведения за счет оптимизации параметров многомасштабной архитектуры



Руководитель проекта

**Михаил Анатольевич
Ташкинов**

кандидат физико-математических наук



Пермский национальный исследовательский политехнический университет



Пермь



июль 2022 — июнь 2025



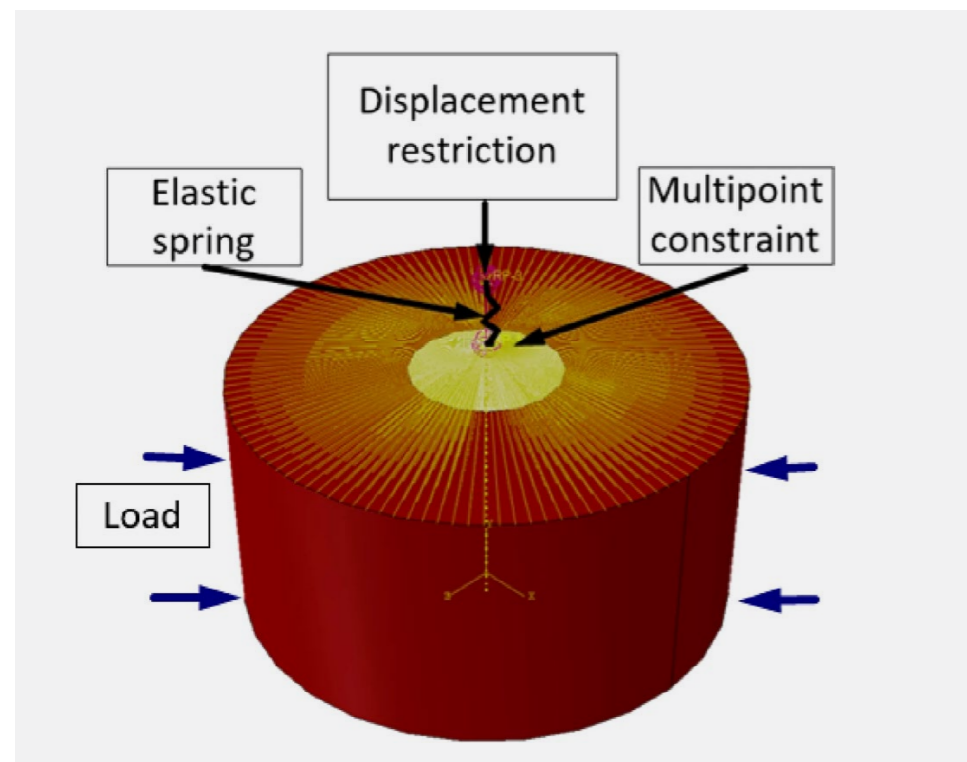
Источник: ТАСС/AP Photo/Jae C. Hong, архив

Ученые разработали метод производства экзопротезов на основе 3D-печати и углеродных волокон. Гильза — один из самых важных элементов протеза. Она обеспечивает контакт между телом человека и конструкцией, заменяющей утраченную часть. Гильза представляет собой матрицу в форме цилиндра с укрепляющими углеродными стержнями внутри. При проектировании гильзы нужно учитывать геометрию оставшейся конечности и взаимодействие протеза с мягкими тканями, иначе она не сможет эффективно выполнять свою функцию.

Чтобы определить наилучшее сочетание свойств материалов и найти оптимальное расстояние между углеродными волокнами, ученые создали 16 различных расчетных моделей матриц. При этом эксперты установили, что низкая упругость полимерного материала и армирование углеродными волокнами играют важную роль в распределении напряжения в гильзе, а наибольшую прочность протезу дает равномерное распределение стержней.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЗВОЛЯТ ПРОЕКТИРОВАТЬ ЭКЗОПРОТЕЗЫ, СОЧЕТАЮЩИЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННУЮ ГЕОМЕТРИЮ И УЛУЧШЕННЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Благодаря этой разработке люди смогут получить долговечные и качественные протезы, созданные с учетом индивидуальных особенностей тела. Статья опубликована в журнале *Multiscale and Multidisciplinary Modeling, Experiments and Design*.



◀ Версия граничных условий для модели конечности. Источник: Daria A. Dolgikh et al./Multiscale and Multidisciplinary Modeling, Experiments and Design, 2023.



**СО
БЫ
ТЯ**



В ходе церемонии вручения медалей Героя Труда и Государственных премий Российской Федерации.
Фото: Михаил Метцель, ТАСС

июнь

ВРУЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРЕМИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 2022 ГОДА И ПРИЕМ ЗАЯВОК СОИСКАТЕЛЕЙ 2023 ГОДА



В День России в Кремле состоялась торжественная церемония вручения Государственных премий в области науки и технологий. Награда присуждается Президентом РФ за выдающиеся работы, открытия и достижения, результаты которых обогатили отечественную и мировую науку и оказали значительное влияние на развитие научно-технического прогресса. Экспертиза представлений на Государственную премию проводилась Российским научным фондом. Поздравляем лауреатов — Михаила Скорохатова и Владимира Копейкина, Дмитрия Пушкаря, Игоря Хатькова и Алексея Шабунина, Геннадия Сухих, Левона Ашрафяна и Дмитрия Трофимова!

Продолжается прием заявок на соискание Государственной премии Российской Федерации в области науки и технологий за 2023 год. Документы необходимо предоставить до 15 декабря 2023 года.



Источник: Оргкомитет Всероссийского съезда молодых ученых и студенческих научных обществ

июнь

ШКОЛА РНФ НА ВСЕРОССИЙСКОМ СЪЕЗДЕ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ



В рамках XI Всероссийского съезда советов молодых ученых и студенческих научных обществ состоялась Школа РНФ, на которой сотрудники Фонда рассказали о мерах поддержки молодежи, особенностях региональных конкурсов и преимуществах широкой научной коммуникации.

В центре внимания всех участников мероприятия неизменно находится сессия вопросов и ответов с заместителем генерального директора Фонда Андреем Блиновым. Он рассказал о специфике каждого конкурса и представил запущенную в 2022 году линейку региональных конкурсов, направленных на привлечение ученых к решению социально-экономических задач своих территорий. Также Андрей Блинов призвал представителей тех регионов, которые еще не стали партнерами Фонда, обсудить этот вопрос с местными властями и при необходимости привлекать РНФ к диалогу.



ИЮНЬ

«ЛАБИНФО» – ПЕРВЫЙ В РОССИИ ВИДЕОГИД ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЛАБОРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Российский научный фонд и Сколтех запустили для молодых ученых видеогид по использованию научного оборудования. Информационными партнерами проекта выступили научно-популярный проект «Биомолекула» и портал PCR News. «ЛабИнфо» — это короткометражные обучающие видеоролики, которые в формате «профессионал — профессионалу» знакомят с правилами безопасного использования лабораторных методов и приборов. В роли ведущих выступают научные сотрудники РХТУ, МИСиС, СПбГУ и УрФУ. Материалы доступны в группе проекта в социальной сети ВКонтакте. Подборка регулярно обновляется.

Лаб инфо видео для тех, кто в лабе

vk.com/labinfo

Skoltech

РНФ

Российский научный фонд

МИСиС

Министерство науки и высшего образования

Уральский федеральный университет

РХТУ

Министерство промышленности и торговли

Санкт-Петербургский государственный университет

Министерство образования и науки

PCR NEWS

Информационно-аналитический портал

Министерство просвещения

Министерство просвещения

Биомолекула



Источник: Академия Минпросвещения России

ИЮЛЬ

ВСТРЕЧИ С НАУЧНОЙ ОБЩЕСТВЕННОСТЬЮ



Представители Фонда приняли участие в семинаре по развитию научной деятельности в педагогических вузах, организованном Министерством просвещения РФ и Академией Минпросвещения России. Участники семинара определили ключевые направления научного поиска в системе образования и выдвинули предложения по оценке научной результативности педагогических вузов.



Состоялся вебинар, посвященный конкурсу на получение грантов Фонда по направлению «Микроэлектроника». Заместитель генерального директора РНФ Алексей Медведев дал разъяснения по формированию заявки, представил информацию об особенностях подготовки материалов проектов, заявленных на конкурс, и ответил на вопросы участников.



ИН ТЕР ВЬЮ



НЕЙРОИНТЕРФЕЙСЫ ОБЕСПЕЧАТ ПРОРЫВ В РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ



АЛЕКСАНДР КАПЛАН

доктор биологических наук, заведующий лабораторией нейрофизиологии и нейрокомпьютерных интерфейсов биологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова

Нейроинтерфейсы, основываясь на электрической активности мозга, позволяют расшифровать намерение человека к определенному действию и преобразовывать эти сигналы в команду для управления его собственными мышцами или внешними устройствами, например чайником, VR-игрой. Какие перспективы у технологии интерфейсов мозг-компьютер? Станут ли они умными посредниками между мозгом человека и бытовыми устройствами или роботами-ассистентами? Позволят ли создать модуль полноценного общения с искусственным интеллектом? Мы выясняли горизонты возможностей вместе с первооткрывателем науки о нейроинтерфейсах в России, руководителем проекта, поддержанного грантом РНФ, Александром Капланом. Научные коллективы из Сколтеха, МГУ и БФУ имени И. Канта под его руководством создают прорывные технологии в области реабилитационной медицины для восстановления коммуникации и движений у пациентов после инсульта и нейротравм.

Если нейроинтерфейсы применимы в различных областях, с чем связан ваш интерес именно к медицине?

Нейроинтерфейсные технологии можно применять в разных сферах, ведь это возможность управлять внешними устройствами напрямую от мозга. Но не стоит забывать о целесообразности. Мало кто

захочет, вернувшись домой после работы, надеть шапочку с ЭЭГ*-электродами, знакомыми нам по визитам в поликлиники, запустить приложение в смартфоне, провести калибровку, а затем несколько раз вызвать намерение, вместо того чтобы включить телевизор обычным пультом, а чайник — вручную.

* ЭЭГ — электроэнцефалограмма.



Пока никто в мире не смог расшифровать более сложные мыслительные намерения, чем движения рук и ног, подобрать коды к сигналам мозга, хотя исследования в этом направлении идут свыше 30 лет. Разговоры об использовании нейроинтерфейсов для управления устройствами умного дома или автомобилем тоже остаются на уровне фантазий о будущем, так как поймать готовность к конкретному действию со 100-процентной точностью — пока нерешенная проблема и задача нейроинтерфейсных технологий.

Нейроинтерфейсы применимы в компьютерных играх, но и здесь есть сложности: мы не можем избежать 10–15% ошибок алгоритма в распознавании намерений человека нажать ту или иную кнопку, а задержка реакции составляет несколько секунд.

Реабилитационная медицина, напротив, — та область, где нейроинтерфейсные разработки востребованы, поскольку они меняют качество жизни пациентов, а недостаточная точность и скорость срабатывания здесь вполне приемлемы. В рамках предыдущих проектов мы оптимизировали технологию мысленного набора букв на экране компьютера до точности 95%. Скорость набора не более 10 букв в минуту, конечно, несопоставима с набором текста здоровым человеком, но для обездвиженного пациента это шанс на коммуникацию.

НИКТО В МИРЕ НЕ СМОГ РАСШИФРОВАТЬ БОЛЕЕ СЛОЖНЫЕ МЫСЛИТЕЛЬНЫЕ НАМЕРЕНИЯ, ЧЕМ ДВИЖЕНИЯ РУК И НОГ, ПОДОБРАТЬ КОДЫ К СИГНАЛАМ МОЗГА, ХОТЯ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЭТОМ НАПРАВЛЕНИИ ИДУТ СВЫШЕ 30 ЛЕТ

Как же ученым удастся поймать и расшифровать мысль?

Расшифровать мысли ученые не могут ни в нашей, ни в любой другой лаборатории мира. Образно говоря, это как услышать разговор двух человек, подвесив микрофон над футбольным стадионам, собравшим 20 миллиардов болельщиков: столько нервных клеток находится в коре головного мозга, при этом в каждой паре свой код общения.

Для наших целей достаточно работать с намерением, его можно точно детектировать по энцефалограмме. Если мысль — это работа всего мозга, то намерение к конкретному действию, скажем, махнуть рукой,

будет сосредоточено в ограниченной области коры. В зоне проекции руки оно и проявляется в ЭЭГ в виде уменьшения мю-ритма. Этот эффект в нейроинтерфейсе преобразуется в команду для внешнего устройства: задумал движение руки — телевизор включился.

Введя сенсоры в мозг хирургическим путем, можно поймать более тонкие намерения, такие как пошевелить пальцами. Тогда получится уже пять команд. Однако внутричерепная операция опасна осложнениями, вплоть до отторжения электродов, поэтому мы используем неинвазивный подход — в наших проектах датчики расположены на шлеме.



Какие из разработок вашей лаборатории уже внедрены в клиническую практику?

Для замещения речи у постинсультных пациентов мы создали и с помощью инвесторов выпустили 500 комплексов «НейроЧат». Внешне процесс выглядит просто: на голову пациента надевается шлем с ЭЭГ-электродами, а перед ним ставится экран компьютера, на котором изображены необходимые для коммуникации символы и пиктограммы. Их можно подобрать индивидуально, по запросу пациента. Достаточно нескольких секунд, чтобы алгоритмы угадали, какую букву задумал пациент и тут же вывели ее на экран. В среднем, пользователю хватает одного дня, чтобы приспособиться к мысленному набору.

Когда я говорю «угадали» и «тут же вывели», имеется в виду работа целого конвейера алгоритмов. Сначала система шесть-семь минут учится разделять реакции ЭЭГ на целевые и нецелевые буквы. Величина реакции — это миллионные доли вольт, поэтому важно, чтобы аппаратура имела низкий уровень собственных шумов и высокое быстродействие. Наш алгоритм в непрерывно регистрируемой ЭЭГ схватывает и проверяет каждую реакцию: похожа ли она на ту самую, когда человек заинтересован в букве или нет. Как только найдет похожую — печатает нужную букву. Оказалось, что реакции различаются между собой не по всей своей продолжительности, а только в области 300 миллисекунд* от начала подсветки буквы. Именно в эти 300 мс в мозгу происходит оценка значимости события.



* Миллисекунда — одна тысячная секунды.

Данный подход получил название технологии нейроинтерфейсов на волне П300, так как в реакциях на нужную букву появляется позитивная волна.

Реабилитационные нейроинтерфейсные технологии, которыми вы сейчас занимаетесь в Сколтехе в рамках гранта РНФ, построены на тех же принципах?

В рамках текущего проекта по гранту мы используем не только свои исследовательские находки, но и прежние наработки нашей лаборатории.

НОВЫЙ ВЫЗОВ ДЛЯ НАС СОСТОЯЛ В ТОМ, ЧТО У ВСЕХ ЛЮДЕЙ ПО-РАЗНОМУ РАЗВИТО ВООБРАЖЕНИЕ: ТОЛЬКО 30 % ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ СМОГЛИ СРАЗУ ПРЕДСТАВИТЬ ОБРАЗ ЯРКО, ЧТОБЫ ПОЛУЧИТЬ МЕТКУ В ЭЭГ, ЕЩЕ 35 % УДАЕТСЯ ОБУЧИТЬ В ПРОЦЕССЕ

Идея тренажеров для восстановления движений у постинсультных пациентов основана на известном свойстве пластичности мозга — способности неповрежденных нервных клеток устанавливать новые связи и брать на себя функции погибших. Нужно только помочь нервным клеткам объединиться в такой комбинации, что позволит заново управлять, к примеру, рукой. Этому объединению клеток способствует многократное мысленное представление нужного движения. Проблема в том, что человек не может много раз вообразить одно и то же.

Попробуйте представить сжатие кисти в кулак 5–10 раз подряд, если этому не помогает какой-нибудь сигнал об удачной или неудачной попытке яркого

воображения. Скорее всего, проявится утомление, снижение мотивации к этому действию, и в какой-то момент мысленный образ движения становится не действенным для целей реабилитации.

Чтобы сделать результат каждой попытки наглядным для пациента, нейрофизиологи использовали специальную метку в ЭЭГ — подавление мио-ритма с противоположной воображаемой руке стороны. Эта метка регистрируется и превращается в команду, например, для срабатывания экзоскелета, приводящего в движение руку. Представление движения превращается в реальное действие! Так работает нейроинтерфейсный тренажер для восстановления двигательной функции.

Новый вызов для нас состоял в том, что у всех людей по-разному развито воображение: только 30% процентов здоровых испытуемых смогли сразу представить образ ярко, чтобы получить метку в ЭЭГ, еще 35% удастся обучить в процессе. Сейчас мы ищем подходы, как обучить технологии оставшиеся 35% участников.

Желание создать эффективный реабилитационный комплекс для большинства пациентов привело нас к совершенно новой идее: объединить нейроинтерфейсы на основе воображения движения и на волне П300, а также перевести мысленный тренинг в виртуальное пространство. Пациенту не нужно будет многократно представлять одно и то же движение целиком, но понадобится провести виртуальную руку на экране от одной мигающей точки к другой по предписанной доктором траектории. Например, в несколько этапов переместить руку и схватить предмет.



Применение сразу двух нейроинтерфейсных технологий, одна из которых наводит внимание пациента на нужный этап движения, а вторая посредством воображения запускает этот этап движения, дает основание ожидать более высокий результат тренинга.

Тренажер предназначен и для нижних конечностей?

Да, сейчас мы завершаем работу над нейроинтерфейсным тренажером для ног. Есть серьезные ограничения: представление движений нижних конечностей гораздо труднее поймать в ЭЭГ по метке снижения мю-ритма, чем в случае с руками. Вопрос скорее в том, сможем ли мы преодолеть эти ограничения для создания эффективного тренажера. Пока у нас это

получается. В перспективе — создание универсального тренажера для рук и ног.

Для восстановления движения ног нами также предложена комбинация нейроинтерфейсных методов, основанных на воображении движения и на волне П300. Лежа человек мысленно выбирает один из трех мигающих квадратов на экране: левый, центральный или правый. Как только сработает метка П300, выбранная позиция отмечается как цель для движения ноги.

Новизна подхода заключается в том, что параллельно с движением виртуальной ноги на экране, манипулятор подхватывает реальную парализованную ногу пациента и перемещает ее в том же направлении.

Совмещение движения в реальности и на экране, а также активация зрительного целеуказания и воображения движения могут значительно повысить эффективность данного тренажера. В текущем году мы завершим проект в его фундаментальной научной части. Далее по результатам испытаний будут приняты решения по оптимизации и внедрению. Естественно, мы открыты для предложений по кастомизации нашего комплекса для реальных тренажеров в клинике.

Каковы планы вашей исследовательской команды на ближайшее время?

Для начала хотим довести до ума все разрабатываемые нами тренажеры. Есть еще одно направление: создание сценарной тренажерной системы. Сама идея объединения различных тренингов в единую логическую цепочку не нова, но мы первые, кто занялся сценарными тренажерными системами на основе нейроинтерфейсных технологий. В новом воплощении тренажерных комплексов мы планируем превратить тренировку в игру по сценарию, в которой нужно достигать цели одну за другой путем мысленных операций с представлением движений или с фокусированием внимания на определенных его этапах.

МЫ ПЕРВЫЕ, КТО ЗАНЯЛСЯ СЦЕНАРНЫМИ ТРЕНАЖЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ НЕЙРОИНТЕРФЕЙСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Вообразите, что вы находитесь на виртуальной кухне и ваша цель — приготовить яичницу. На экране мигают разные продукты: яйца, огурцы, помидоры.

Фокусируете внимание на яйце — оно перемещается на сковородку. Когда действие получается, для пациента это победа и тренировка заодно. А весь фокус в том, что сработала технология П300. Затем нужно переместить приготовленное блюдо в тарелку, сервировать стол. Так запускается уже вторая технология, воображение движения. Действия виртуальные, но в нашей технологии они запускаются командами мозга. Значит, реальные нервные клетки, оставшиеся невредимыми после инсульта или нейротравмы, будут формировать новые связи между собой, как бы копируя в них функции погибших клеток.

Если говорить об уровне наших достижений в сравнении с лабораториями в других странах, то можно сказать, что мы движемся не широким фронтом, но по актуальным направлениям делаем серьезные прорывы. Наверное, так и нужно двигаться: достигать пиковых результатов и от них постепенно расширять горизонт исследований. Наши статьи публикуются в высокорейтинговых зарубежных журналах: несмотря на напряженную ситуацию в мире, западные коллеги ими интересуются.

Сейчас мы тестируем лабораторные тренажеры в Федеральном центре мозга и нейротехнологий ФМБА России, вносим доработки, а в 2024 году некоторые из них планируем запустить в производство. Следующий шаг — это умные сценарные тренажеры. Они смогут подстраиваться под ту деятельность, которой пациент занимался до нейротравмы. Ведь если человек работал плотником, у него будет один тип движений, а если стоматологом — другой.

В построении нейроинтерфейсных тренажеров мы оптимизируем не только моторную составляющую, но и экспериментируем в сенсорной сфере. Первые серии испытаний показали, что включение тактильной информации в контур нейротренажеров существенно повышает их эффективность.

Результаты впечатляют, но кроме реабилитационных комплексов в рамках гранта вы работаете над технологией нейроинтерфейсов 5.0. В чем ее уникальность?

Если принцип работы предыдущих четырех поколений нейроинтерфейсов базировался на расшифровке намерений и преобразовании их в команды для электронно-механических устройств, то в проекте 5.0 мы стартовали с совершенно новым подходом. На выходе нейроинтерфейса будет стоять уже не исполнительное, а аналитическое устройство: искусственный интеллект, ориентированный на диалог с человеком.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ БУДЕТ ОБЛАДАТЬ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ЭМПАТИЕЙ, СТАНЕТ ЧЕЛОВЕКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ

Технология нейроинтерфейсов пятого поколения через общение с человеком на основе расшифровки ЭЭГ будет выстраивать в своей памяти «семантическую карту» конкретного человека. Мы полагаем, что если собрать в правильную комбинацию специализированные нейросети

для генерации, тестирования и модификации гипотез, то процесс закрутится в автоматизированное тестирование в рамках нейроинтерфейсного контура.

Выходит, можно научить нейросеть эмпатии?

Мы начинаем обучение элементов ИИ с ограниченного набора объектов. Человек представляет один из десяти объектов, а искусственный интеллект пытается на основе анализа ЭЭГ построить гипотезу и угадать его. Скажем, вы загадали автомобиль, а ИИ предъявил котенка. Ориентируясь на реакции мозга, как в детской игре «холодно-горячо», ИИ в итоге предъявит автомобиль, но по пути расставит все протестированные объекты на тех же смысловых расстояниях, что и в представлении человека: мотоцикл — тепло, котенок — холодно и так далее.

Мы пока не знаем, как в автоматизированном виде пойдет этот процесс, но в результате получим антропоморфное копирование семантических сетей человека в память машины. ИИ будет обладать определенной эмпатией, станет человеко-ориентированным. Представьте робота-ассистента, который понимает вас с полуслова, знает ваши предпочтения, удобно ведь? Вероятно, такие эмпатичные роботы смогут оказывать и психологическую помощь.

Полезный эффект от нейроинтерфейсов 5.0 будет заметен и при анализе ставших необъятными для человека потоков информации. Понимая запросы человека не по ключевым словам, а по смыслу, ИИ избавит нас от перегрузок и сэкономит время, составив оптимальную подборку материалов к принятию решения. Например,



ГРАНТ — ЭТО НЕ ТОЛЬКО РЕСУРС, ВОЗМОЖНАЯ ТОЧКА РОСТА ОРГАНИЗОВАННЫХ И ЭФФЕКТИВНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ, НО И СЕРЬЕЗНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ДЛЯ ВСЕХ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ НАУЧНОЙ ЗАДАЧИ

поиск научных статей в сети дает огромный массив не всегда релевантных материалов. А объединение ключевых слов согласно «семантической карте» конкретного человека сможет сделать поиск гораздо ближе к замыслу автора запроса.

Как грант РНФ помогает вам в исследованиях?

Финансирование, предоставляемое Фондом, дает возможность осуществить амбициозные научные задачи. Сейчас я руковожу одним из самых крупных грантов РНФ — для лабораторий мирового уровня. Он позволяет интегрировать уже

не отдельных исследователей, а несколько сильных коллективов в одну междисциплинарную команду. Это математики, программисты, психологи, медики, нейрофизиологи, объединенные в масштабном проекте, состоящем из восьми разработок. Однако грант — это не только ресурс, возможная точка роста организованных и эффективных исследователей, но и серьезная ответственность для всех исполнителей проекта.

Кроме того, в Российском научном фонде разработана гибкая система поддержки для научных коллективов разного калибра. Молодой ученый может следовать по ней как по лестнице, поднимаясь все выше. Я рекомендую своим студентам и аспирантам: «Следите за инициативами РНФ. Всегда есть грант, который вы можете выиграть».



РНФ СТРОИТ МОСТ МЕЖДУ НАУКОЙ И ОБЩЕСТВОМ



АЛЕКСЕЙ ФЕДОРОВ

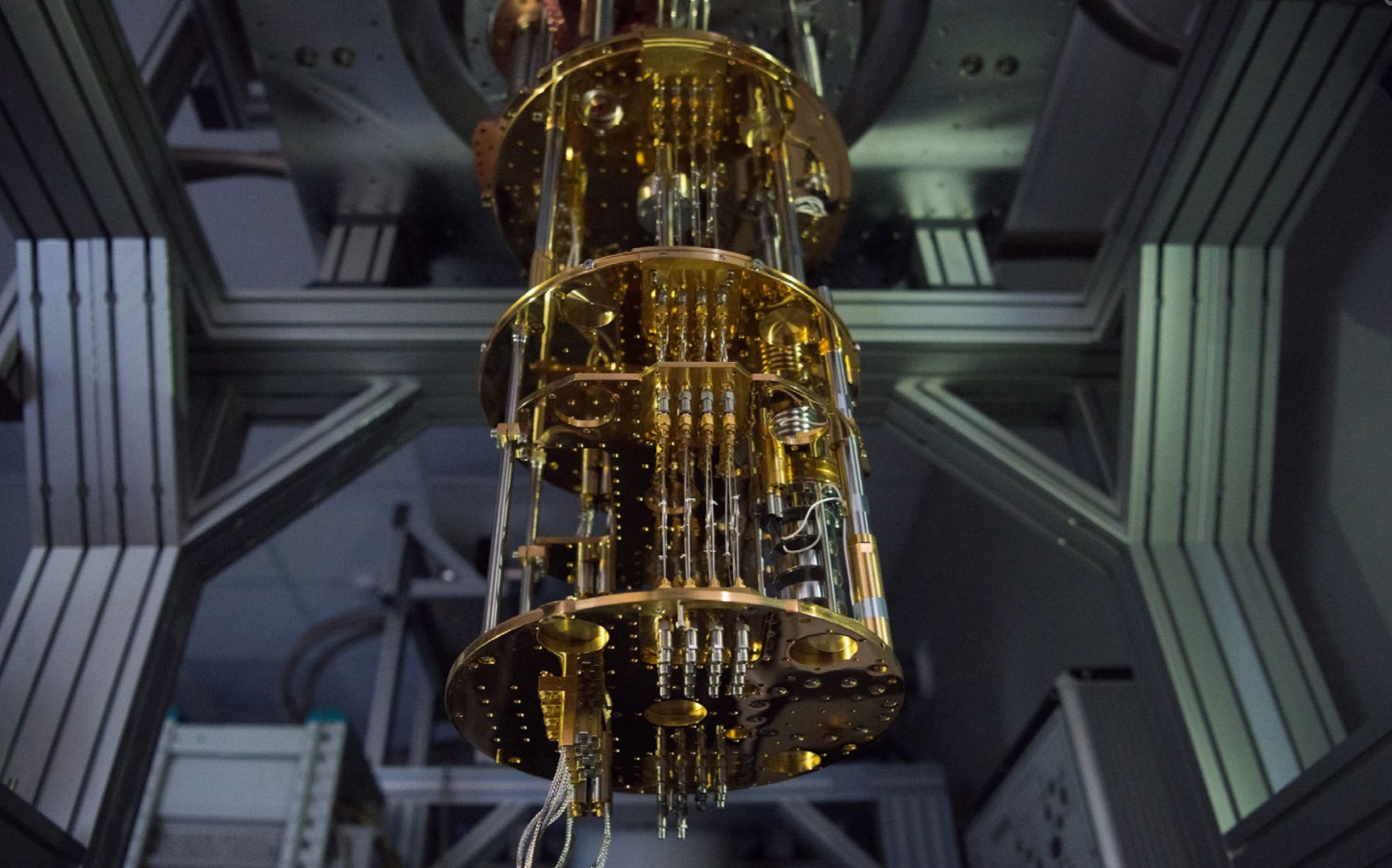
кандидат физико-математических наук, руководитель научной группы «Квантовые информационные технологии» Российского квантового центра, руководитель лаборатории НИТУ «МИСиС», профессор кафедры Московского физико-технического института

Квантовые технологии – это одновременно и реальные устройства, вроде лазера или транзистора, и фаталистичные проекты, существующие пока по большей части в работах физиков-теоретиков. Однако стоит признать: за последние несколько лет мир квантов стал человечеству ближе. Квантовая наука внедряется в сферу машинного обучения, защиты информации, фармакологии, инвестиций, логистику и другие области. При поддержке гранта РНФ научная группа Российского квантового центра, возглавляемая Алексеем Федоровым, развивает два направления: квантовые коммуникации и квантовые вычисления. Ученые уже построили первый в России 16-кубитный компьютер и разрабатывают квантовые алгоритмы для решения сложнейших экономических и научных задач завтрашнего дня. О международной гонке по созданию квантового компьютера и о том, когда академические проекты выйдут из лабораторий и станут реальным подспорьем для бизнеса, читайте в интервью.

Что представляют собой квантовые технологии?

Речь идет об управлении свойствами микроскопических квантовых объектов для достижения той или иной задачи. Квантовые технологии — это направление, которое приобрело окончательные черты в последние 10–15 лет. Вообще,

развитие технологий на основе квантовых эффектов принято делить на две волны. Первая стартовала в начале XX века, после возникновения квантовой физики. Тогда ученые пытались решить, казалось бы, частные проблемы классической физики, но способ, который они выбрали в качестве решения всех проблем, потребовал введения концепции квантов.



Первый в России прототип квантового компьютера.
Источник: www.misis.ru

Описывая тепловое излучение, немецкий физик Макс Планк допустил, что испускающие лучи атомы отдают энергию не сплошным потоком, а маленькими неделимыми порциями. Ученый назвал их «квантами энергии». И эта гипотеза имела далеко идущие последствия: фактически изменилось понимание всей картины мира, поменялся облик современной науки. Яркие квантовые технологии первой волны — это лазеры и транзисторы.

Вторая волна оформилась за последние десять–пятнадцать лет. Ее суть — в переходе к управлению отдельными квантовыми системами: фотонами, электронами, атомами. Если взять чуть более сложную квантовую систему — скажем, молекулу — то мы можем управлять параметрами, которые нас интересуют. И оказалось, что такой беспрецедентно новый уровень контроля открывает широкие возможности. Например, можно построить

СЕГОДНЯ ВСЕ СЕРЬЕЗНЫЕ ИНДУСТРИИ СТОЛКИВАЮТСЯ СО СЛОЖНЫМИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМИ ЗАДАЧАМИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ В СФЕРЕ ЛОГИСТИКИ, ФИНАНСОВ, ИНВЕСТИЦИЙ, НЕФТЕ- И ГАЗОДОБЫЧИ, ЗАЩИТЫ ДАННЫХ И МНОГИХ ДРУГИХ ОТРАСЛЯХ

компьютер, способный решать задачи, недоступные для самых мощных современных компьютеров на полупроводниковой архитектуре. В целом, ко второй волне относят квантовые вычисления, квантовую сенсорику и квантовые коммуникации.

Чем вызван такой интерес?

Сегодня все серьезные индустрии сталкиваются со сложными вычислительными задачами по оптимизации в сфере логистики, финансов, инвестиций,

нефте- и газодобычи, защиты данных и многих других отраслях. Решив их, квантовый компьютер может дать бизнесу определенное экономическое преимущество. Широкий спектр задач есть и в стратегически важных областях, например, в атомной отрасли. В частности, с этим связан тот факт, что «Росатом» подписал с Правительством России соглашение о развитии квантовых вычислений в стране. Поэтому в первую очередь следует говорить об экономическом преимуществе, которое получит страна, создавая квантовый компьютер.

Сегодня идет международная гонка по созданию квантовых компьютеров. Какое место занимают в ней ваши исследования?

Это сложный вопрос. Лидерами направления являются США и Китай. Дело в том, что крупные программы поддержки стартовали в этих странах значительно раньше. Например, еще в 2008 году Китай запустил программу «Тысяча талантов» для привлечения ученых. В России этот процесс тоже идет, но не столь масштабно. Например, я работаю в Российском квантовом центре — частном институте на площадке «Сколково». Он создан во многом благодаря тому, что отечественные ученые, работающие в зарубежных институтах, захотели создать научные группы в нашей стране. Пока у нас речь идет о десятках научных коллективов, а не о сотнях и тысячах. На новый уровень развития квантовых вычислений вышло в 2020 году, когда начались работы по дорожной карте*.

Источник: Алексей Федоров



* Соглашение о развитии высокотехнологичной области «Квантовые вычисления», заключенное между Правительством РФ и госкорпорацией «Росатом» в 2019 году.

Сравнивать можно и абсолютные значения, например, количество кубитов, которым характеризуются квантовые компьютеры. Хотя это не совсем корректный,

В ОТДЕЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ МЫ ПЕРВЫМИ В МИРЕ ПОЛУЧАЕМ РЕЗУЛЬТАТЫ И НА НАС ОРИЕНТИРУЮТСЯ ЗАРУБЕЖНЫЕ КОЛЛЕГИ

но все же один из главных ориентиров. Наиболее мощный квантовый компьютер России — 16-кубитный, а в мире это компьютеры из 30, 40, 50 и 100 кубитов. Отставание имеется, но у нас очень хорошая динамика.

В отдельных направлениях мы первыми в мире получаем результаты и на нас ориентируются зарубежные коллеги. Так, при поддержке РНФ мой коллега Евгений Киктенко исследует кудиты — многоуровневые системы. В отличие от кубитов, они способны одновременно находиться в более чем двух состояниях.

Еще один наш грант РНФ посвящен квантовым алгоритмам — способам решать полезные задачи с помощью квантовых компьютеров. Здесь также найдены конкурентоспособные решения. Например, мы первыми ускорили сборку генома — одну из самых трудозатратных и долгих частей расшифровки ДНК. Еще мы придумали архитектуру на основе квантового машинного обучения для генерации молекул с заданными лекарственными свойствами.



▲
Офис Российского квантового центра



То есть точно мы предлагаем новые решения, но для того, чтобы полноценно конкурировать с лидерами, нужна неустанная работа и постоянная поддержка. Дорожная карта пролонгирована до 2030 года. Это серьезный горизонт, на который можно планировать дальнейшее развитие и сокращение отставания.

преимущество — это люди. В группе есть сильные студенты и активные аспиранты. Мы видим самоотдачу, высокую мотивацию и блестящие знания. Их энергия — это то внутреннее топливо, за счет которого мы можем двигаться и сокращать отставание, предлагая оригинальные решения.

НАШЕ ОЧЕНЬ СЕРЬЕЗНОЕ КОНКУРЕНТНОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО — ЭТО ЛЮДИ. ИХ ЭНЕРГИЯ — ЭТО ТО ВНУТРЕННЕЕ ТОПЛИВО, ЗА СЧЕТ КОТОРОГО МЫ МОЖЕМ ДВИГАТЬСЯ И СОКРАЩАТЬ ОТСТАВАНИЕ, ПРЕДЛАГАЯ ОРИГИНАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

Что отставание критическое?

Оно не выглядит критическим. В отдельных направлениях есть план по его преодолению, с другими областями чуть сложнее ввиду большей зависимости от оборудования. Главное, что мы не отстаем идейно. Наше очень серьезное конкурентное

Сколько человек в России занимается созданием квантового компьютера?

Коллеги как-то подсчитали, что в квантовый проект в стране вовлечено около тысячи человек. Это ученые Российского квантового центра, а также сотрудники институтов-исполнителей в рамках Дорожной карты.

Главный вызов, стоящий перед этой тысячей, — поиск полезных приложений для квантового компьютера и квантовых алгоритмов. Что сделано в этом направлении?

Самый важный рубеж, которого сейчас все ждут, — внедрение квантовых вычислений в решение прикладных экономических задач. Результат, который получают научное сообщество и «Росатом», станет достоянием всей страны: квантовым компьютером при помощи специальной платформы смогут пользоваться представители академической среды и бизнеса. Причем для решения своих вопросов компаниям достаточно будет получить удаленный доступ к компьютеру.

Уже есть понимание, когда удастся перешагнуть этот рубеж?

Думаю, что первые примеры решения настоящих экономических задач мы увидим через три–четыре года. Масштабное же внедрение квантовых вычислений, которые бизнес адаптирует под свои цели, можно ждать через 7–10 лет. Но это не значит, что сейчас ничего не происходит, а мы сидим и ждем появления квантового компьютера. Сегодня ученые создают алгоритмы, которые будут запускаться на машинах будущих поколений. Мы активно работаем над тем, чтобы понимать, какие именно задачи станут востребованы и какую пользу они принесут.

Про какие направления идет речь?

Глобально можно выделить четыре сферы. Первая — оптимизация. Это класс задач, где есть много возможных вариантов решения, а вам следует выбрать оптимальный. Например, вам нужно встретиться с большим количеством людей в строго определенное время. Да, для одного человека нетрудно составить наилучшее расписание, а теперь представьте, что тысяче курьеров в Москве нужно доставить грузы

в разное время по разным адресам. Чем быстрее и качественнее будет принято решение, тем больше заработает компания.

МАСШТАБНОЕ ВНЕДРЕНИЕ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ, КОТОРЫЕ БИЗНЕС АДАПТИРУЕТ ПОД СВОИ ЦЕЛИ, МОЖНО ЖДАТЬ ЧЕРЕЗ 7–10 ЛЕТ

Вторая сфера — моделирование сложных квантовых систем. Например, в фармакологии новых материалов для того, чтобы понимать лекарственные свойства молекул, нужно точно знать их параметры. Третье направление — ускорение машинного обучения. Четвертое связано с безопасностью: квантовый компьютер может ускорить решение вопросов, связанных с кибернетикой и криптоанализом. Появление квантовых компьютеров потребует от нас пересмотра методов защиты информации и перехода на другие алгоритмы и технологические решения.

Какова востребованность квантовых вычислений в России? Кто в них заинтересован больше всего?

Востребованность высокая. Причем представители индустрий не просто проявляют заинтересованность — они активно вовлечены в создание и развитие квантовых вычислений. Про атомную отрасль я уже говорил. Финансовый сектор — еще одна сфера. Здесь я отдельно отметил бы основного партнера РКЦ — «Газпромбанк». Уже в 2016 году банк тестировал первую в России линию защищенной квантовой связи. Сегодня он внедряет квантовые

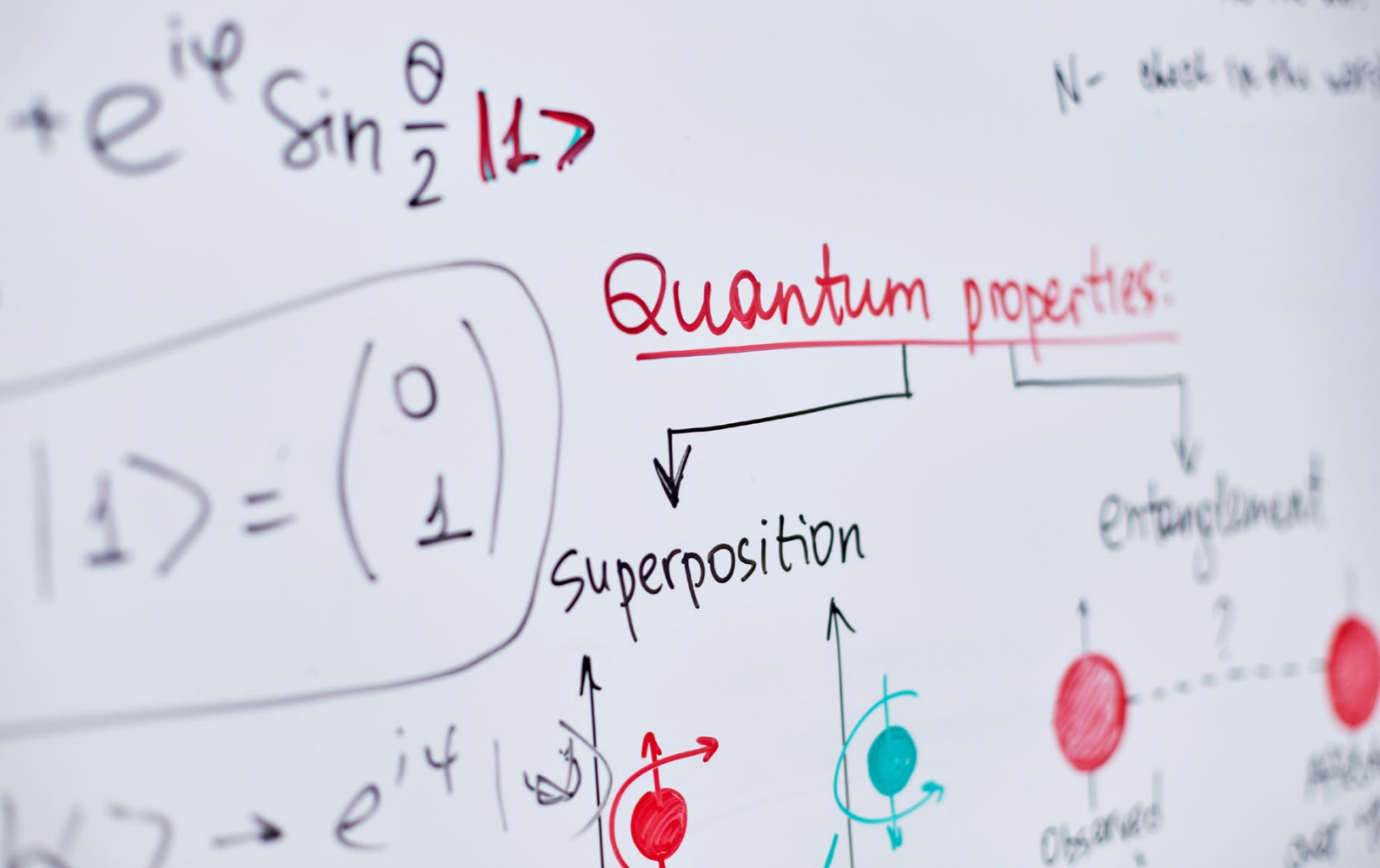


технологии для решения сложных вычислительных задач в сфере инвестиционных портфелей, в области обработки данных, для защиты информации. Интересуются квантовыми технологиями и нефтегазовые предприятия.

Уверен, что у России есть определенные географические преимущества, которые делают применение квантовых компьютеров оправданным при решении некоторых задач. Например, если страна небольшая, то оптимизация логистики хотя и приведет к экономическому эффекту, но не очень существенному. У нас же ускорение или улучшение процессов всего на несколько процентов даст определенный экономический эффект уже за счет масштаба страны.

Что выступает драйвером развития квантовых технологий — наука или бизнес?

Это процесс взаимного опыления. Ученые предлагают идеи, а коллеги говорят: «Нет, нам нужнее то и то». Происходит длительный, но крайне важный итерационный процесс, в рамках которого мы более точно ставим задачи. В результате, когда появится «железо», будет понятно, для чего его использовать. Мы тесно работаем с коллегами, занимающимися экспериментальными платформами по квантовым вычислениям. Заготовлен пул тестовых задач: в момент появления квантового компьютера наши партнеры могут запустить их и получить результаты.



Поэтому ученые активно работают и видят заинтересованность индустрии и страны в целом. Это представляется нам очень важным.

Удается ли вам достигать баланса между академической свободой и большой коммерческой целью, необходимого для прогресса в квантовых исследованиях?

Это сложно достижимый баланс. Пока нам удается его соблюдать. У нас сохраняется дух академической свободы, и при этом есть ориентированность на конкретный результат. Этот мягкий баланс можно достичь, если привлекать два типа людей: ориентированных на практику и на свободное творчество. Когда удается свести вместе разные форматы, получаются удивительные вещи.

Приведу пример. В конце прошлого года коллеги из Китая заявили, что они совершили прорыв с квантовой алгоритмической точки зрения. Мы с коллегами из Сбера начали анализировать их работу. В результате удалось соединить абстрактные академические исследования и конкретную бизнес-проблему. Когда эти вещи так удачно сошлись, появился очень интересный результат.

ПУТЬ К ДОСТИЖЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОГО КВАНТОВОГО ПРЕВОСХОДСТВА ЛЕЖИТ ЧЕРЕЗ ОБЪЕДИНЕНИЕ РАЗНЫХ ЛЮДЕЙ И РАЗНЫХ КОМАНД ВОКРУГ ИНТЕРЕСНЫХ ВОПРОСОВ. ЧЕМ БОЛЬШЕ ТОЧЕК СОПРИКОСНОВЕНИЯ, ТЕМ ЛУЧШЕ

Мы детально изучили предложенный алгоритм и обнаружили подводные камни, препятствующие его реализации. Российская команда стала первой в мире, которая опубликовала столь подробный отчет. И сейчас выходят статьи западных и восточных коллег, где они ссылаются на нашу работу.

МЫ РАССЧИТЫВАЕМ, ЧТО БЛАГОДАРЯ НАШЕМУ ВКЛАДУ КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР СТАНЕТ ПОЛЕЗНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ ДЛЯ СТРАНЫ В ЦЕЛОМ, А НЕ ТОЛЬКО ПРЕДМЕТОМ ИНТЕРЕСОВ УЗКОГО КРУГА УЧЕНЫХ И ПРОФЕССИОНАЛОВ

Думаю, путь к достижению практического квантового превосходства лежит через такое объединение разных людей и разных команд вокруг интересных вопросов. Чем больше точек соприкосновения, тем лучше.

В предыдущих интервью вы говорили, что широкая цель науки — не просто добытие знаний, а демонстрация их полезности. Какую пользу и в каких сферах могут принести ваши исследования?

Мы рассчитываем, что благодаря нашему вкладу квантовый компьютер станет полезным инструментом для страны в целом, а не только предметом интересов узкого круга ученых и профессионалов. Здесь уместно провести параллель с атомной отраслью. Изначально она преследовала вполне определенную цель — обеспечить безопасность государства. Но сегодня

благодаря атомщикам в нашу повседневную жизнь внедрено огромное количество технологий, которые стали предметом гордости всей России. Надеюсь, что с квантовым компьютером произойдет нечто подобное.

С одной стороны, он станет инструментом решения сложнейших научных задач, поможет людям понять устройство Вселенной и оказаться в некоей точке, где мы никогда не сможем побывать. Например, смоделировать черные дыры, раннюю Вселенную или квантовую гравитацию. С другой стороны, компьютер ускорит работу цифровых сервисов, усовершенствует оптимизацию различных процессов в масштабах страны, ускорит обработку данных, сделает искусственный интеллект еще сильнее. И тем самым квантовые технологии перейдут рубеж, превратившись из способа познания в полезный инструмент.

При поддержке грантов РНФ, а также в рамках Дорожной карты мы проводим исследования, применяя квантовый компьютер для разных задач. При этом фокус был и остается на оптимизации. Например, совершенствуем телекоммуникационные процессы. Также мы работаем в сфере квантовой химии, то есть моделируем химические соединения. Одно время мы сотрудничали с крупными автомобильными компаниями, стремясь понять, как квантовый компьютер может моделировать новый тип аккумуляторных батарей для электромобилей. Плюс изучаем сферу машинного обучения: пытаемся понять, как ускорить решение задач классификации и кластеризации данных.

А что станет с классическими компьютерами после появления квантовых? И могут ли сравниться с квантовыми устройствами так называемые суперкомпьютеры — машины с огромной вычислительной мощностью?

Квантовый компьютер не заменит классический. Квантовый компьютер улучшит возможности классических суперкомпьютеров для решения определенного класса математических задач. В данном случае уместно провести аналогию с классическим и графическим процессорами. Когда мы захотели играть на компьютере, то не выбросили классические процессоры, а просто дополнили их графическими. То же происходит и сегодня. Ученые дополнили существующие процессоры квантовыми, чтобы ускорить решение определенных классов математических задач, которые плохо поддаются классическим устройствам.

КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР НЕ ЗАМЕНИТ КЛАССИЧЕСКИЙ. КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР УЛУЧШИТ ВОЗМОЖНОСТИ КЛАССИЧЕСКИХ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ОПРЕДЕЛЕННОГО КЛАССА МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Что касается сравнения квантового компьютера с суперкомпьютером. Есть понятие квантового превосходства, под которым понимают способность квантового компьютера решить какую-то задачу значительно быстрее, чем классический. Сейчас речь идет о сравнении 70-кубитного компьютера с суперкомпьютером, на котором запущен наилучший известный

на сегодняшний день алгоритм решения той или иной задачи. Если первый находит решение за минуты, то классическому компьютеру могут потребоваться на это десятки лет. Так что рубеж в части тестовых испытаний уже преодолен. Сейчас важно конвертировать это в какую-то полезность и находить ответы на насущные вопросы.

Каким вы видите будущее квантовых технологий?

Квантовый компьютер позволит разгадать сложнейшие проблемы современной науки. Я убежден, что мы не просто строим квантовый компьютер, а в каком-то смысле продолжаем отвечать на вопрос, заданный американским физиком Чарльзом Беннетом: «Какие ограничения природа накладывает на возможности компьютеров?» Мы пытаемся понять, каким может быть самый мощный компьютер в рамках физиче-

ских законов Вселенной. Это действительно самый сложный вопрос, о котором хочется думать, и задача, которую хочется решать. Может, Вселенная и есть этот единственный мощный вселенский квантовый компьютер? Может, нам удастся создать самый мощный компьютер из тех, что в принципе можно построить.



Что вам дает поддержка Российского научного фонда?

Гранты РФ играют серьезную позитивную роль в моей научной карьере, а также в карьере моих коллег. Поддержка обеспечивает нас фундаментом для дальнейших прорывов. Первый грант РФ, кото-

Я рад принимать участие в мероприятиях Фонда. Они всегда прекрасно организованы и имеют цель, в которую я глубоко верю: о науке следует рассказывать широкой аудитории. Люди должны знать о том, куда двигаются ученые, каких результатов достигают. Российский научный фонд строит этот мостик между наукой и аудиторией. Это очень важная миссия.

РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОНД СТРОИТ МОСТ МЕЖДУ НАУКОЙ И АУДИТОРИЕЙ

рый я получил в 2019 году, помог создать в РКЦ собственную научную группу и сфокусироваться на взаимодействии квантовых алгоритмов и машинного обучения. А мой коллега Евгений Киктенко благодаря поддержке РФФ значительно продвинулся в области кудитов.

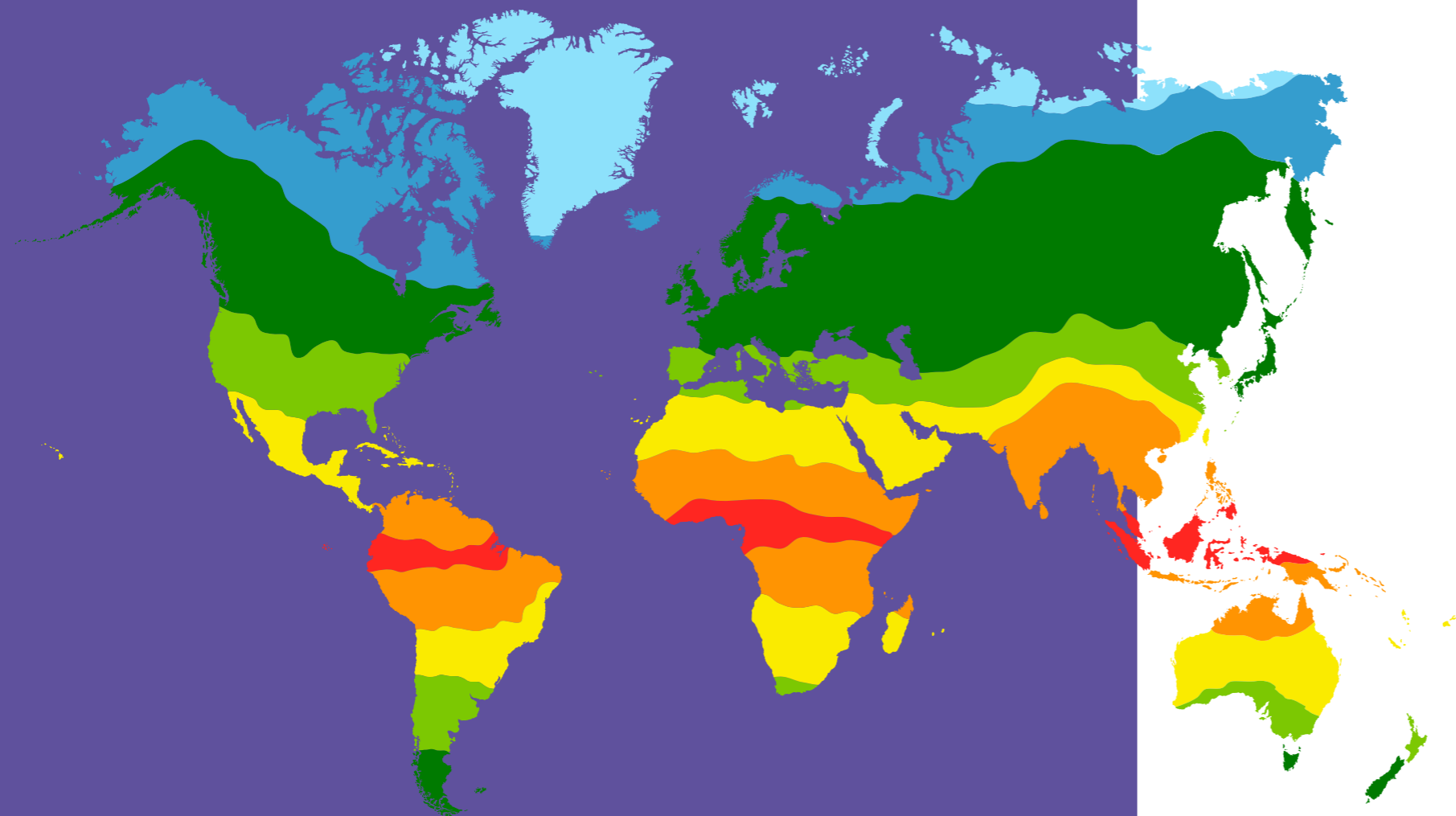
Мне хочется, чтобы таких примеров было больше и чтобы люди в России знали о ярких ученых, сильных институтах и достижениях, которыми страна может гордиться.



СПЕЦ ПРО ЕКТ

НАУКА НА ОСТРИЕ ПЕРЕМЕН

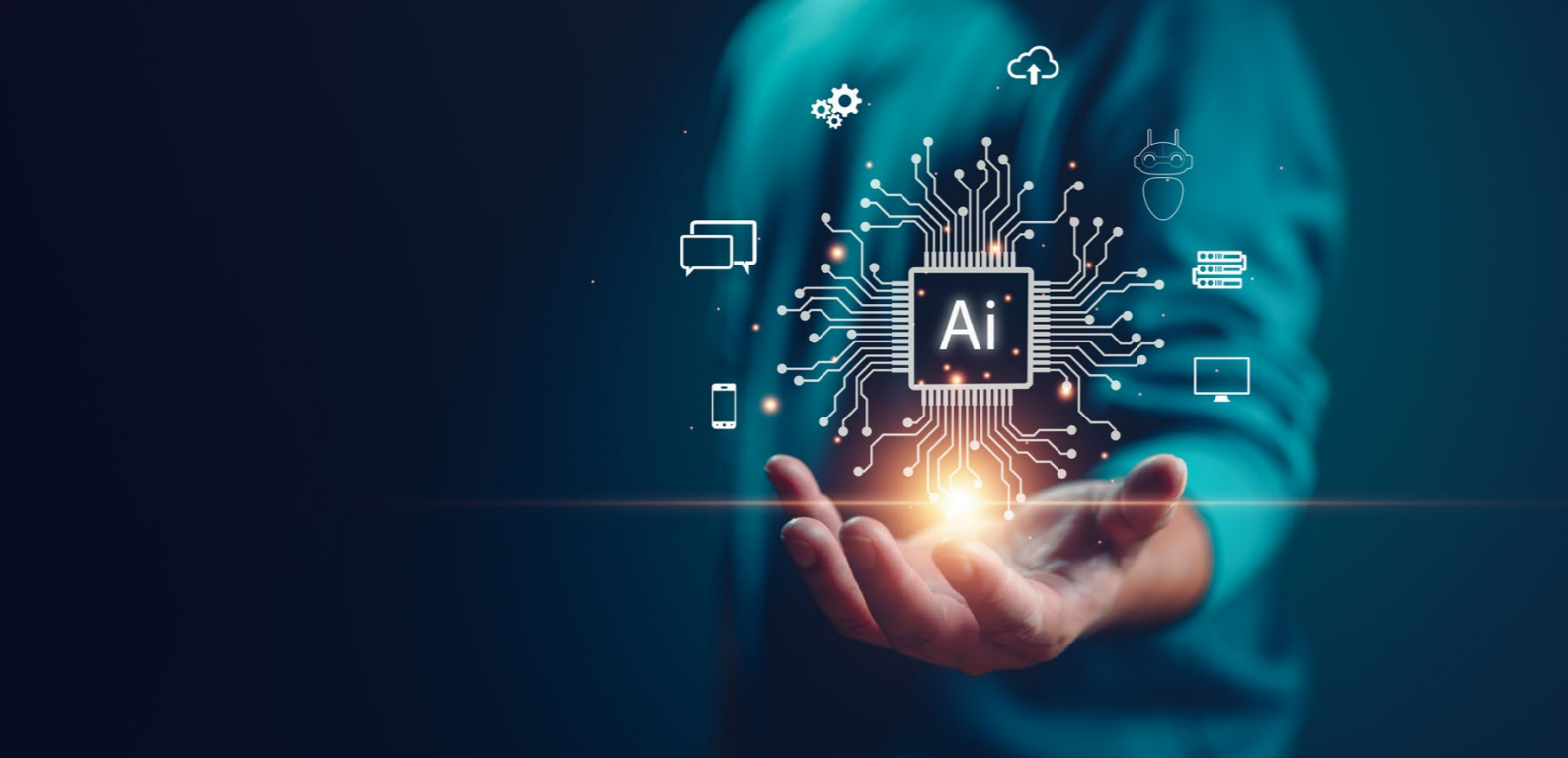
Третий выпуск специального проекта РНФ «Наука на острие перемен» посвящен тому, как информационные технологии меняют жизнь человечества и помогают совершать открытия в фундаментальной науке. Мы рассказываем о достижениях и сложностях роста таких высокотехнологичных сфер как робототехника, искусственный интеллект, суперкомпьютеры, а также способы хранения, обработки и передачи информации.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

IT-технологии изменили нашу жизнь. Сегодня ими пользуются люди по всей планете: и владельцы бизнеса для управления компаниями, и врачи при постановке диагнозов, и метеорологи для прогноза погоды. Мировой опыт доказывает, что конкурентоспособность национальной экономики во многом связана с развитием информационных технологий. В настоящее время нельзя назвать отрасль, где бы не применялись достижения IT.

Одна из важнейших сфер использования IT-технологий — фундаментальная наука. Искусственный интеллект, суперкомпьютеры, большие данные, алгоритмы машинного обучения открыли перед исследователями огромные возможности. Наряду с развитием технологий возникают новые проблемы и вызовы. В нашем материале грантополучатели Фонда рассказывают о том, как они используют и развивают IT-технологии, а также о трудностях и ограничениях, с которыми ученые сталкиваются в работе.



ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Без искусственного интеллекта в наши дни трудно заниматься наукой. Задачи, на которые у человека ушли бы недели, а иногда и месяцы, алгоритм может решить всего за несколько часов, при этом совсем не хуже ученого. Системы машинного обучения способны расшифровывать структуру белков, распознавать опухоли на снимках пациентов, читать древние рукописи, синтезировать речь. Но для улучшения результатов, по мнению специалистов, необходимы более качественные данные.



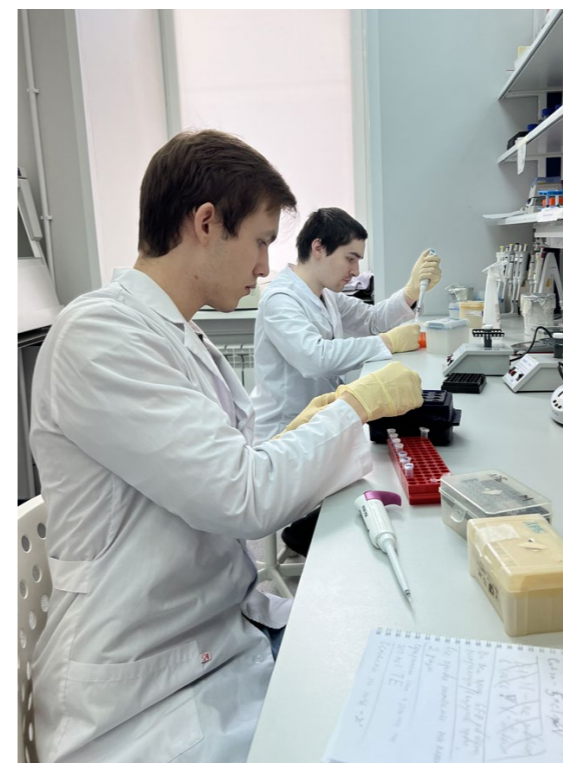
АННА МАЛАШИЧЕВА

доктор биологических наук, заведующий лабораторией регенеративной биомедицины Института цитологии РАН, старший научный сотрудник НИГ молекулярных механизмов кальцификации НМИЦ имени В. А. Алмазова



Низкое качество данных остается критическим препятствием для алгоритмов

Открытие новых эффективных лекарств — одна из самых важных потребностей современности. Развитие информационных технологий, включая системы искусственного интеллекта, в сочетании с накоплением огромного количества данных, положило начало новой эпохе в разработке лекарственных препаратов. Недавно было показано, что модель, обученная профилями экспрессии генов, генерирует молекулы, способные с высокой



Исследования в лаборатории регенеративной биомедицины. Источник: Анна Малашичева

вероятностью воспроизводить желаемый транскриптомный профиль — своего рода «молекулярный портрет» человека. Это достижение используется при оценке эффективности потенциального терапевтического средства. Благодаря подобным методам описаны вещества, потенциально эффективные против старения, болезни Альцгеймера и устойчивости к противомикробным препаратам.

Тем не менее, отойти от экспериментальной проверки действия конкретного вещества пока невозможно. Обычно работа выстраивается так: сначала предсказывают соединение, а затем тестируют его на интересующем объекте. Например, в нашем недавнем исследовании мы вместе с коллегами из США использовали алгоритмы машинного обучения для выявления малых молекул, которые будут корректировать нарушения сетей генной регуляции (тот самый «молекулярный портрет») при пороках аортального клапана.

Предсказанное ИИ вещество исправляло генную сеть сначала теоретически, а затем на реальных клетках пациентов с заболеванием клапана аорты. Чтобы убедиться в работоспособности соединения, мы также провели испытания на мышах. Они подтвердили: вещество успешно справляется с предотвращением и лечением заболевания аортального клапана.

Несмотря на энтузиазм по поводу открытия лекарств с помощью ИИ, вопросов и проблем все еще много. Многим моделям машинного обучения требуются большие объемы данных. Но невысокое качество этих данных, а также отсутствие надежных методов обмена ими остаются критическим препятствием для алгоритмов, которые могли бы положительно повлиять на открытие лекарств. Другая проблема заключается в том, что предсказанное вещество может работать в теории, но не действовать в конечном биологическом эксперименте.

НЕСМОТЯ НА ЭНТУЗИАЗМ ПО ПОВОДУ ОТКРЫТИЯ ЛЕКАРСТВ С ПОМОЩЬЮ ИИ, ВОПРОСОВ И ПРОБЛЕМ ВСЕ ЕЩЕ МНОГО. МНОГИМ МОДЕЛЯМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ТРЕБУЮТСЯ БОЛЬШИЕ ОБЪЕМЫ ДАННЫХ



МИХАИЛ КУЗНЕЦОВ

кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории обработки больших данных в физике частиц и астрофизике Института ядерных исследований РАН



Извлечение принципиально нового знания из старых данных с помощью усовершенствованных алгоритмов



Машинное обучение — очень востребованный инструмент в астрофизике. Главная причина заключается в активном развитии этой науки: сегодня появляются целые разделы астрофизики, которых не было раньше. Эксперименты по наблюдению гравитационных волн, космических нейтрино, гамма-излучения и космических лучей поставляют огромные объемы сырых данных для исследований. Если раньше для выделения физически интересных сигналов применялись аналитические методы, то сейчас на помощь приходит машинное обучение.

В качестве примера успешного использования алгоритмов можно привести систему классификации галактик проекта Galaxy Zoo, которая применяется в крупномасштабных обзорах неба. Другой пример — система поиска оптических проявлений гравитационно-волновых событий в режиме реального времени. Наша группа также применяет машинное обучение. Мы обработали данные эксперимента KASCADE* и оценили состав потока космических лучей сверхвысоких энергий более точно, чем это сделала сама научная группа. В результате изменилась и физическая интерпретация этих данных. Теперь они явно указывают на верность классической модели ускорения галактических космических лучей.

В целом это довольно интересно — извлекать принципиально новое знание из старых данных с помощью усовершенствованных алгоритмов. Но в то же время появляются дополнительные требования к качеству информации. В случае если оно невысокое, машинное обучение не сможет дать существенного улучшения в обработке данных, а иногда приведет к ошибкам. Поэтому необходим более строгий контроль результатов, чем в традиционных методах анализа. Перспективное направление здесь следующее: улучшать дизайн будущих экспериментов, используя машинное обучение как инструмент контроля качества.



* KASCADE — экспериментальная установка для изучения первичного состава космических лучей, расположенная в Германии.



СУПЕР-КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Суперкомпьютер — это мощный компьютер, способный обрабатывать гигантские объемы данных и производить сложнейшие расчеты. Там, где человеку для вычислений нужны десятки тысяч лет, суперкомпьютер обойдется одной секундой. Сегодня эти сверхмашины помогают строить самолеты и ракеты, беспилотные автомобили и ядерные реакторы, предсказывать погоду и многое другое. Теперь перед учеными стоит задача открыть доступ к суперкомпьютерам для большего количества исследователей и научных проблем.



ВИТАС ШВЯДАС

доктор химических наук, профессор факультета биоинженерии и биоинформатики МГУ имени М. В. Ломоносова



Нужно перестать рассуждать о восстании машин и сфокусироваться на развитии технологий



В решении множества задач, с которыми нам помогают суперкомпьютеры, огромное значение имеют их производительность, разработка адекватных математических моделей для конкретных областей приложения, а также умение использовать технологии искусственного интеллекта и больших данных. В рамках проекта РНФ мы разрабатываем алгоритмы решения задач в самых разных областях науки и для широких тематик исследований: от физики до биологии и филологии, от микромира до Земной системы.



Часть научного коллектива на международной конференции. Источник: Витас Швядас

УСПЕХИ ПРИМЕНЕНИЯ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ ПРИ ДАЛЬНЕЙШЕМ РАЗВИТИИ НАУКИ ОБЕЩАЮТ СТАТЬ ОСНОВОЙ ДЛЯ КАЖУЩИХСЯ ПОКА НЕДОСТИЖИМЫМИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ И РАЗВИТИЯ СПОСОБНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА

При этом важной частью остается критический анализ производительности вычислений, оценка эффективности использования миллионов параллельно работающих узлов, процессоров, ядер, функциональных устройств, архитектуры и принципов построения суперкомпьютера. Обобщение опыта применения суперкомпьютеров в разных сферах позволяет понять принципы, сдерживающие их широкое внедрение. Успехи применения суперкомпьютеров при дальнейшем развитии науки

обещают стать основой для кажущихся пока недостижимыми качества жизни и развития способностей человека. Не говоря уже об экономии времени и сил: с использованием суперкомпьютеров мы сможем жить, исследовать и познавать окружающий мир, применяя намного более чувствительные инструменты, чем данные нам природой зрение, слух, обоняние, осязание и вкус.

В ближайшее время можно ожидать очерчивание возможностей и пределов применения искусственного интеллекта в различных областях знания, в первую очередь в технике и медицине. Фантастические представления в масс-медиа о порабощении человечества суперкомпьютерами уведут мысль в противоположную здравому смыслу сторону. Чтобы создать необходимые и полезные людям инструменты и услуги, нужно уходить от развешивания надуманных страхов и направлять усилия науки на совершенствование вычислительных систем, увеличение доступности для пользователей и на создание безопасных и удобных интерфейсов. При этом принципиально важным и необходимым шагом является развитие образования в области вычислительных технологий, а также предсказательного моделирования, широкое внедрение навыков использования суперкомпьютеров.



ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВ
доктор физико-математических наук, профессор Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина



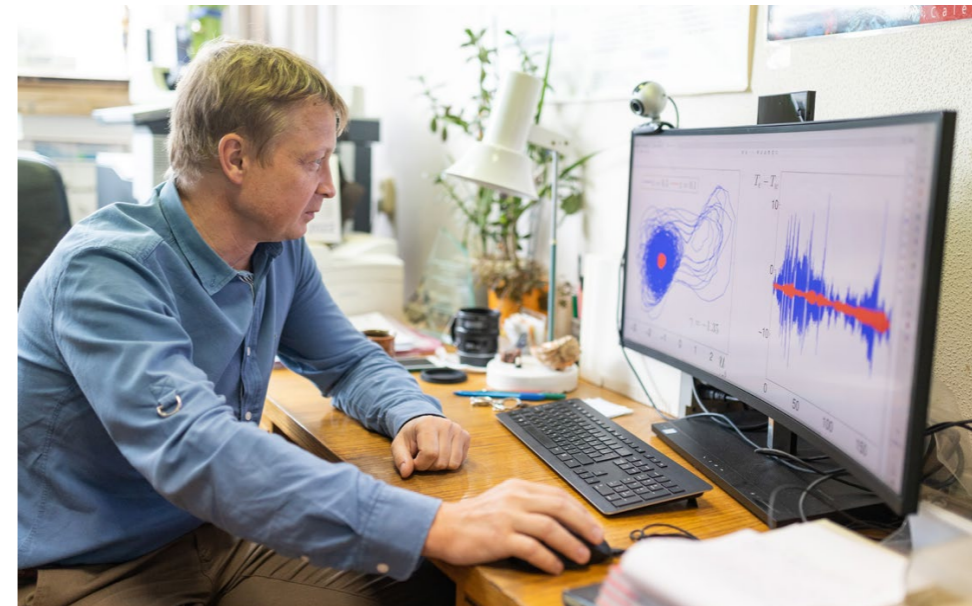
ИЛЬЯ СТАРОДУМОВ
кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Уральского федерального университета имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

Для широкого доступа к суперкомпьютерам необходимо увеличить их число и оптимизировать программное обеспечение

” Российские ученые — одни из лидеров в области моделирования гидродинамики, тепло- и массопереноса для многокомпонентных и многофазных систем. Такие задачи встречаются, например, в биомедицинской физике. Недавно лаборатория моделирования многофазных физико-биологических сред УрФУ показала, как локальная концентрация эритроцитов

в коронарных сосудах влияет на образование вихревых потоков в местах сужения артерий. Наблюдать этот процесс в клинической практике невозможно, и получить результат удалось только благодаря моделированию на суперкомпьютере.

НАБЛЮДАТЬ ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ ВИХРЕВЫХ ПОТОКОВ В МЕСТАХ СУЖЕНИЯ АРТЕРИЙ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ НЕВОЗМОЖНО, И ПОЛУЧИТЬ РЕЗУЛЬТАТ УДАЛОСЬ ТОЛЬКО БЛАГОДАРЯ МОДЕЛИРОВАНИЮ НА СУПЕРКОМПЬЮТЕРЕ



Ученый Дмитрий Александров проводит исследования. Источник: Анна Маринович, УрФУ

Другой результат связан с областью компьютерного зрения, где эта же лаборатория совместно с коллегами из МФТИ и МГТУ имени Н. Э. Баумана разработала алгоритм вычисления интенсивности массообмена в пузырьковой среде. Алгоритм применяет методы компьютерного зрения, использующие нейросети, чье обучение стало возможным также благодаря суперкомпьютеру.



Члены научного коллектива Илья Стародумов и Ирина Низовцева. Источник: Анастасия Фарафонтова, УрФУ

” Одно из существенных ограничений заключается в недостатке вычислительных мощностей. Это двусоставная проблема. С одной стороны, мощные суперкомпьютеры все еще остаются дефицитной инфраструктурой, а значит, из желающих решить свою задачу образуется очередь. С другой — необходимо оптимизировать программное обеспечение, в основе которого лежат математика и информатика. Результатом должна стать ситуация, когда для ученых решение задач на суперкомпьютере не будет отличаться от работы на персональном компьютере.



ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ, ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Через сто лет количество энергии, необходимое для поддержания цифровой инфраструктуры, превысит количество энергии, которое вырабатывается сегодня на планете. Чтобы этого избежать, ученые постоянно ищут более емкие, экономичные и быстродействующие технологии хранения, обработки и передачи информации. В эту сферу включены такие области науки, как фотоника и нанофотоника, метаматериалы, квантовая информация, телекоммуникации и другие. Специалисты полагают, что для решения сложных научных и технологических задач и создания устройств нового поколения необходимо продолжать диалог между наукой и отраслевыми предприятиями.



ВЛАДИМИР ВОЛОДИН

доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института физики полупроводников имени А. В. Ржанова СО РАН



Российские ученые разрабатывают базу для систем, превосходящих суперкомпьютеры



Разработка энергонезависимой, быстрой и долговечной памяти — одна из основных задач для развития информационных технологий. В рамках проекта мы создаем мемристоры — приборы для элементной базы нанoeлектроники и универсальной памяти.



Фрагмент кремниевой пластины с нанесенным мемристорным материалом, созданным на основе нитрида кремния SiNx. Источник: Надежда Дмитриева, ИФП СО РАН

Мир уже знает примеры внедрения мемристоров в память, встроенную в электронные чипы, но и российские ученые не отстают. Они показывают высокие результаты в физике электронного транспорта, в аморфных диэлектриках, на основе которых разрабатывают большинство мемристоров. Так, один из участников нашего проекта профессор Владимир Гриценко плотно сотрудничает с предприятиями микроэлектроники в Зеленограде.

Мемристор может выступать не только как ячейка памяти, но и как аналог синапса — контакта между двумя нервными клетками или нервной и другими возбудимыми клетками. Каждый нейрон связывается с большим количеством своих собратьев, при этом сила взаимодействия в каждом случае отличается и может меняться. Подобный механизм передачи сигналов можно сформировать и с помощью мемристоров. Это свойство делает мемристорные системы перспективными для создания компьютеров, действующих по принципу человеческого мозга и превосходящих по работоспособности суперкомпьютеры.

Поскольку наша научная область более прикладная, чем некоторые другие, для выхода на новый уровень исследований важен налаженный диалог с коммерческим сектором. К сожалению, сегодня между нами большая пропасть. Надеюсь, благодаря усилиям академических институтов и системной деятельности профильных министерств получится исправить ситуацию.



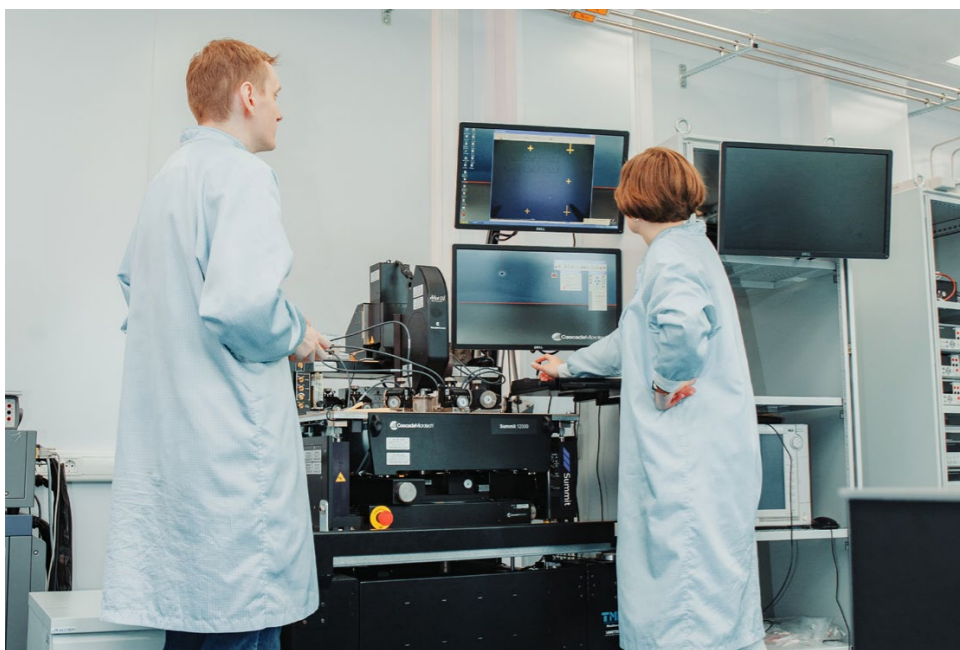
ПЕТР ЛАЗАРЕНКО

кандидат технических наук, руководитель лаборатории Института перспективных материалов и технологий НИУ МИЭТ



Развитие оптических технологий требует эффективного взаимодействия науки и бизнеса

Сегодня во всем мире активно развиваются оптические технологии. В России достигнуты определенные успехи в создании оптоволоконных систем, источников лазерного излучения, детекторов и различных метаповерхностей. Целый ряд разработок российских исследователей уже нашли коммерческое применение или близки к этому. К примеру, можно отметить коммерчески успешные сверхпроводниковые однофотонные детекторы, создаваемые в лаборатории квантовых детекторов МПГУ, а также находящуюся на стадии внедрения технологию лазерной маркировки алмазов, развиваемую при поддержке РНФ в лаборатории лазерной нанофизики и биомедицины ФИАН РАН. Успешно развиваются крупные отечественные производители лазерного оборудования.



Источник: Медиацентр НИУ МИЭТ

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПОЗВОЛЯЮТ С ПОМОЩЬЮ СВЕТА ЗАПИСЫВАТЬ, ПЕРЕЗАПИСЫВАТЬ, СЧИТЫВАТЬ ИНФОРМАЦИЮ, ПЕРЕКЛЮЧАТЬСЯ МЕЖДУ МНОЖЕСТВОМ СОСТОЯНИЙ И ПОДДЕРЖИВАТЬ ИХ БЕЗ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ

Кроме того, проводится большое число исследований, связанных с созданием оптических вычислительных систем на основе фотонных интегральных схем, — для энергоэффективной и быстрой передачи и обработки данных. Наша лаборатория фокусируется на создании фазопеременных халькогенидных материалов и создании на их основе перестраиваемых элементов фотоники и интегральной оптики. Эти материалы позволяют с помощью

света записывать, перезаписывать, считывать информацию, переключаться между множеством состояний и поддерживать их без затрат энергии. Такие возможности открывают перспективы применения элементов на основе фазопеременных материалов для создания полностью оптических нейроморфных вычислительных систем. Другими словами, для продвинутой аппаратной реализации систем, обеспечивающих работу нейросетей. Эти материалы включены в Дорожную карту развития нейроморфных вычислений, составленную в 2022 году с участием 43 ведущих зарубежных организаций.

В РОССИИ ЕСТЬ СИЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ГРУППЫ, ЗАНИМАЮЩИЕСЯ РАЗРАБОТКОЙ И ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ФОТОННЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Однако поскольку требования к характеристикам и технологии создания элементов системы достаточно высоки, до коммерциализации и выпуска серийных продуктов в этом направлении еще далеко. В России есть сильные научные группы, занимающиеся разработкой и изготовлением фотонных интегральных схем в лабораторных условиях. Следующим этапом должен стать переход от создания единичных уникальных прототипов к выпуску серийных изделий, что требует решения целого ряда взаимосвязанных задач из различных областей науки и техники. Для этого следует не просто привлечь дополнительное количество исследователей или увеличить размер государственной поддержки, но и выстроить эффективное взаимодействие между научными коллективами и предприятиями реального сектора экономики. С этих позиций важной и интересной инициативой представляется проведение РНФ конкурса на получение грантов по направлению «Микроэлектроника».

Источник: Медиацентр НИУ МИЭТ



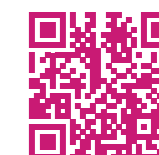
РОБОТОТЕХНИКА

Несколько десятков лет назад писатели-фантасты еще только представляли, как могли бы выглядеть роботы, а сегодня такие устройства становятся верными помощниками человека и активно используются не только в быту, но и в медицине, авиации и промышленности. Автоматические системы и роботы-манипуляторы заменяют ручной труд в выполнении сложных, рутинных и опасных задач на производстве и помогают людям в исследовании окружающего мира. Однако, несмотря на востребованность, во многом робототехника находится в начале пути, и ученые ищут способы преодолеть существующие ограничения.



АЛЕКСАНДР ХРАМОВ

доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Балтийского центра нейротехнологий и искусственного интеллекта



Роботов с искусственным интеллектом применяют во многих отраслях экономики

Интеллектуальные системы для управления робототехникой очень быстро развиваются как в России, так и в мире. Крупные технологические компании, такие как Яндекс и Сбер, а также многие стартапы активно вкладываются в исследования и разработки в данной области.



Это объяснимо: роботы с искусственным интеллектом и автоматизированные системы становятся распространены во многих отраслях. Сюда относятся промышленность, службы доставки, медицина и сельское хозяйство.

Однако в то же время возникают новые вызовы. Во-первых, робототехнические системы должны быстро и точно ориентироваться в пространстве, и это до сих пор остается проблемой, особенно когда условия быстро меняются. Второй большой вызов — достижение высокой степени автономности, то есть создание роботов, способных к принятию самостоятельных решений, а в перспективе — к самообучению. Наша лаборатория использует комплексный подход для решения этой проблемы, интегрируя

принципы работы биологических нейронных сетей в алгоритмы машинного обучения. Это дает возможность частично воспроизводить моторные реакции живых систем на изменение окружающей обстановки.

В-третьих, если речь идет о взаимодействии роботов и человека, например при управлении экзоскелетом, необходимы системы, которые будут сочетать

естественный и искусственный интеллект. Вариант такой системы — интерфейс мозг-компьютер, позволяющий преобразовать мысленные намерения, например воображение моторной активности конечностей, в команды. Пока что такие разработки находятся только в начале своего пути, хотя они очень востребованы в современной реабилитационной медицине.

Интерес к этой области определенно есть. Наша команда в настоящее время выполняет большой проект по созданию реабилитационной системы на базе нейроинтерфейса моторного воображения в тесном сотрудничестве с ФГБУ «НМИЦ ТПМ» Минздрава России, который обеспечивает клинические испытания устройства. Кроме того, есть и ряд индустриальных партнеров, заинтересованных в разработке новой уникальной линейки медицинских изделий в России.

РОБОТЫ С ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ СТАНОВЯТСЯ РАСПРОСТРАНЕННЫМИ ВО МНОГИХ ОТРАСЛЯХ. СЮДА ОТНОСЯТСЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, СЛУЖБЫ ДОСТАВКИ, МЕДИЦИНА И СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО



АНДРЕЙ ЯЦУН

кандидат технических наук, заведующий лабораторией мехатроники и робототехники Юго-Западного государственного университета



Сложилось тесное взаимодействие с промышленниками, заинтересованными в повышении эффективности труда

Сервисная робототехника сегодня активно развивается как в промышленности, так и в быту. Одно из передовых направлений здесь — носимые роботы, к которым относят экзоскелетные системы, повышающие функциональность, выносливость и безопасность деятельности человека. В России рынок экзоскелетов оценивается тысячами штук, внедренных на предприятиях, а в мире речь идет уже о сотнях тысяч.

Очень важно обеспечить удобство и комфорт пользователя. Для этого необходимо качественно проработать конструкцию экзоскелета и системы управления на основе моделей человеко-машинного взаимодействия. Это одно из направлений, которым занимается наша команда. Мы используем модели взаимодействия упругих эластомеров и мышц человека, чтобы создать экзоскелет, который бы не стеснял движения и помогал снижать нагрузку. Такой подход важен для персональной настройки и подбора режима для разных операций.

У нас сложилось тесное взаимодействие с промышленниками, заинтересованными в повышении безопасности и эффективности труда: пищевыми и горнодобывающими предприятиями Курской и Белгородской областей. Благодаря сотрудничеству есть возможность проводить испытания на технологических линиях. Летом мы выполнили комплексный эксперимент по анализу эффективности экзоскелета при подъеме 20-килограммовых ящиков во время погрузки готовой продукции. Выяснилось, что применение экзоскелета снижает нагрузку на отдельные мышцы до 25–40% в зависимости от пользователя и типа операций. Это достижение может помочь при разработке нового государственного стандарта для экзоскелетов, а также позволит расширить применение экзоскелетов в промышленности и быту.



Российский научный фонд

Для иллюстрации статей использованы фотографии пресс-службы РНФ, ТАСС, МФТИ и ИНЭОС РАН, Медиацентра НИУ МИЭТ, авторов исследований, а также изображения из открытых источников.